

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Fakulta strojní

Institut dopravy – Ústav letecké dopravy

Použití systému nočního vidění v letecké záchranné  
službě

Using of Pilot Night Vision System at Helicopter Emergency  
Medical Services

Student:

Veronika Medeová

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Červinka, Ph.D.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Institut dopravy

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Veronika Medeová**

Studijní program:

B3712 Technologie letecké dopravy

Studijní obor:

3708R036 Technologie letecké dopravy

Téma:

**Použití systému nočního vidění v letecké záchranné službě**  
**Using of Pilot Night Vision System at Helicopter Emergency Medical Services**

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Night vision goggles ( NVG ) - základní koncept
2. Charakteristika NVG
3. Spolehlivost lidského činitele při použití NVG
4. Možnosti využití NVG v civilní letecké technice
5. Využití NVG v letecké záchranné službě

Seznam doporučené odborné literatury:

Flight manual EC-135, supplement for Night Vision Imagine System (NVIS/NVG)  
Operator's Manual, Aviator's Night Vision System ( ANVIS ) OE-ANVIS-4R, Ortonics Engineereng Ltd.  
Night Vision Goggles in Civil Helicopter Operations, Aviation Research Report B2004/0152, Australian  
Transport Safety Bureau  
Firma PHOTONIS Night Vision <http://www.photonis.com/en>  
FAA, Helicopter Flying Handbook, Capter 13 : Night Operations  
FAA/RD-94/19 Civil Use of Night Devices - Evaluation Pilot's Guide Part II

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Červinka, Ph.D.**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.  
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty



**Prohlášení**

„Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci na téma Použití systému nočního vidění v letecké záchranné službě vypracovala samostatně pod vedením pana Ing. Michala Červinky, Ph.D. a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.“

Datum .....

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce.
- Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě .....

.....

Podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Veronika Medeová

Adresa trvalého bydliště autora práce:

Jičínská 78

Příbor 742 58

**Poděkování**

„Velmi ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Michalovi Červinkovi, Ph.D. a panu Ing. Jaroslavu Braunovi, pilotovi vrtulníků společnosti DSA a.s., za věnovaný čas a ochotu pomoci při tvorbě této bakalářské práce.“

## **Anotace**

Medeová, V., Použití systému nočního vidění v letecké záchranné službě, Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2016, 61 stran, Vedoucí bakalářské práce: Ing. Michal Červinka, Ph.D.

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou nočních letů vrtulníků letecké záchranné služby, které jsou realizovány za pomoci systému pro noční vidění. Tento systém se skládá především z brýlí pro noční vidění, u kterých je popsána technická stavba, princip činnosti a jejich rozdělení. Dále je rozebráno přizpůsobení letecké techniky pro bezpečné využití systému nočního vidění, požadavky na posádku a jednotlivé postupy prováděné při realizaci nočních letů. Zaměření je vztaženo zejména na společnost DSA a.s., která patří k civilním provozovatelům letecké záchranné služby České republiky.

Cílem mé práce je popsat části a způsob použití systému nočního vidění v operacích prováděných leteckou záchrannou službou a poukázat na důležitost a přínosy systému nočního vidění při zásazích vrtulníků prováděných v noci.

Klíčová slova: systém nočního vidění, letecká záchranná služba, vrtulník, zesilovač obrazu, brýle, pilot

## **Anotation**

Medeová, V., Using of Pilot Night Vision System at Helicopter Emergency Medical Services, Ostrava, Institute of Transport, Faculty of Engineering VŠB – Technical University of Ostrava, 2016, 61 pages, Bachelor Thesis Supervisor: Ing. Michal Červinka, Ph.D.

This bachelor thesis deals with the issue of the helicopter emergency night flights, which are implemented using of the aviators night vision system. This system consists mostly of the night vision goggles. Their technical structure, operating principle and distribution are described in first chapter. Furthermore, it discusses the adaptation of aviation technology for the safe use of night vision systems, requirements for crew and various procedures carried out in the implementation of night flights. The focus is mainly based on the DSA a.s. company, which is one of the civil air ambulance operator in the Czech republic.

The aim of this bachelor thesis is to describe the main parts of night vision image system and the use of night vision image system in operations carried out by air ambulance. Then highlight the importance and benefits of night vision image system during operations that are provided during nights.

Keywords: night vision system, air rescue service, helicopter, image intensifier, goggles, pilot

# Obsah

Seznam použitých zkratk.....	12
Úvod.....	13
<b>1 BRÝLE PRO NOČNÍ VIDĚNÍ (NVG) .....</b>	<b>15</b>
1.1 Základní koncept NVG .....	15
1.2 Historie NVG v letectví .....	15
1.3 Technický popis zařízení .....	17
1.3.1 Čočky objektivu.....	17
1.3.2 Zesilovač obrazu.....	17
1.3.3 Kolimační čočky.....	19
1.3.4 Elektrický zdroj .....	20
1.4 Princip činnosti .....	20
1.5 Generace přístrojů.....	21
1.5.1 Generace 1 .....	21
1.5.2 Generace 2 .....	22
1.5.3 Generace 3 .....	22
1.5.4 Generace 4 .....	22
1.6 Třídy NVG .....	23
1.6.1 Třída A.....	23
1.6.2 Třída B.....	24
1.6.3 Třída C.....	24
1.7 Kritéria výběru prostředků pro noční vidění.....	24
1.8 Uchycení NVG na přilbu pilota .....	25
<b>2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ NOČNÍ VIDĚNÍ .....</b>	<b>26</b>
2.1 Konstrukční charakteristiky NVG .....	26
2.1.1 Ostrost zraku.....	26
2.1.2 Zorné pole (FOV) .....	26



2.1.3	Oblast pozorování (FOR) .....	27
2.1.4	Hmotnost a těžiště .....	27
2.1.5	Citlivost světelného spektra.....	27
2.1.6	Monochromatický obraz.....	28
2.2	Vliv operačního prostředí .....	29
2.2.1	Světlo .....	29
2.2.2	Počasí.....	29
2.2.3	Terén.....	29
2.2.4	Dráty vysokého napětí .....	30
2.2.5	Částice látek obsažené ve vzduchu.....	30
2.3	Fyziologická a jiná omezení .....	31
2.3.1	Prostorová dezorientace.....	31
2.3.2	Adaptace na tmu .....	31
2.3.3	Únava.....	32
2.3.4	Řízení lidských zdrojů v pilotní kabině.....	32
2.3.5	Přeceňování schopností .....	32
2.3.6	Nastavení úrovně osvětlení přístrojů.....	32
<b>3</b>	<b>SYSTÉM PRO NOČNÍ VIDĚNÍ ANVIS.....</b>	<b>34</b>
3.1	Metodika použitá při zpracování praktické části .....	34
3.2	Použití systému ANVIS v letecké záchranné službě .....	34
3.2.1	Využití systému ANVIS v Evropě .....	35
3.2.2	Využití systému ANVIS v ČR .....	36
3.3	Provoz vrtulníku se systémem nočního vidění .....	37
3.3.1	Charakteristika vrtulníku EC-135 T2+.....	37
3.3.2	Vybavení vrtulníku EC-135 T2+.....	38
3.3.3	Osvětlení vrtulníku EC-135 T2+ .....	38
3.3.4	Předletová kontrola vrtulníku EC-135 T2+ .....	42

3.4	Požadavky na posádku.....	43
3.4.1	Velitel letadla.....	43
3.4.2	Druhý pilot.....	43
3.4.3	Člen technické posádky HEMS.....	44
3.5	Výcvik posádky pro lety ANVIS.....	44
3.6	Příprava NVG pro let.....	45
3.6.1	Počáteční nastavení soupravy NVG .....	45
3.6.2	Seřízení a ostření NVG.....	47
3.7	Postupy za letu .....	49
3.7.1	Vzlet .....	49
3.7.2	Průzkum místa přistání .....	50
3.7.3	Přistání.....	51
3.8	Postupy po letu a dokumentace .....	51
3.9	Koordinace postupů posádky.....	51
3.9.1	Předletový briefing .....	52
3.9.2	Povinnosti posádky za letu .....	52
3.9.3	Skenování .....	53
3.10	Provozní postupy .....	55
3.10.1	Provozní minima pro lety ANVIS v rámci letů HEMS.....	55
3.10.2	Výška letu.....	55
3.10.3	Světelné podmínky .....	55
3.10.4	Přechodové výšky.....	56
3.10.5	Vertikální vzlet nebo přistání .....	56
3.10.6	Maximální náklon.....	56
	<b>Závěr.....</b>	<b>57</b>
	<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>58</b>
	<b>Seznam použitých obrázků.....</b>	<b>61</b>

<b>Seznam použitých tabulek.....</b>	<b>62</b>
<b>Seznam příloh .....</b>	<b>63</b>

## Seznam použitých zkratek

Zkratka	Anglický název	Český název
AGL	Above Ground Level	Nad úrovní moře
AFCS	Automatic Flight Control System	Systém automatického řízení letu
ANVIS	Aviator Night Vision Imagine System	Systém snímání nočního vidění
CRM	Cocpit Ressource Management	Řízení lidských zdrojů v kabině
EASA	European Aviation Safety Agency	Evropská agentura pro bezpečnost v letectví
FAA	Federal Aviation Administration	Federální letecká správa
FOR	Field Of Regard	Oblast pozorování
FOV	Field Of View	Zorné pole
FCDS	Flight Data Control Display	Displej zobrazování letových dat
FADEC	Full Authority Digital Engine Control	Systém digitálního řízení leteckých motorů
HUD	Head-Up Display	-
HEMS	Helicopter Emergency Medical Service	Vrtulníková záchranná zdravotní služba
HMD	Helmet Mounted Display	-
LZS	Letecká Záchránná Služba	-
MCP	Microchannel Plate	Mikrokanálková destička
NVG	Night Vision Goggles	Brýle pro noční vidění
VEMD	Vehicle And Engine Monitoring Display	Displej pro kontrolu motoru a draku
VFR	Visual Flight Rules	Pravidla pro let za viditelnosti

# Úvod

Letecká záchranná služba (dále jen LZS) jako součást zdravotnické záchranné služby tvoří důležitou část integrovaného záchranného systému v České republice.

Vrtulníky LZS se vysílají zejména tam, kde je důležitá urgence zásahu. Dále k zásahům do terénu, který je špatně přístupný pozemním složkám záchranné služby a do míst, kam by se záchranáři nebyli schopni dopravit v časovém limitu daném zákonem a tam, kde je zapotřebí šetrného transportu pacienta. Posádka vrtulníku může zasahovat také v nepřístupném terénu a to díky záchranářům speciálně vycvičeným pro práce ve výškách a nad vodní hladinou.

Činnost LZS je rozdělena na primární, sekundární a ambulanční lety.

- primární lety – zásahy prováděné v obtížně přístupných místech, velké dojezdové vzdálenosti od stanoviště zdravotnické záchranné služby, nutnost šetrného převozu pacienta, apod.
- sekundární lety – potřeba transportu pacienta do vzdáleného specializovaného centra (např. u závažných úrazů do traumacentra), kdy pacienta primárně ošetří pozemní posádka a vrtulník přebírá pacienta k transportu do vzdálenější nemocnice
- ambulanční lety – plánované převozy pacientů na vyšší zdravotnická pracoviště, transporty nemocných z vyššího pracoviště na doléčení, přeprava odborníků a materiálu

V České republice v současnosti zajišťují LZS dva státní a dva soukromí provozovatelé. Celá republika je rozdělena na deset leteckých provozních základů. Jejich akční rádius činí přibližně 70 km a tím je pokryto území celého státu (viz. příloha A).

V současné době je území České republiky pokryto v nočních hodinách čtyřmi středisky LZS. Službu 24 hodin denně drží Armáda ČR v Plzni vrtulníkem W3A-Sokol, dále soukromá společnost Alfa-Helicopter v Brně, soukromá společnost DSA a.s. v Ostravě a Policie ČR v Praze vrtulníky EC-135 T2. Zbýlá střediska mají omezený provoz pouze na dobu od východu do západu slunce. Zatímco ve dne musí vrtulník vzlétnout do třech minut od přijetí výzvy, v průběhu noci se doba do vzletu prodlužuje na deset minut. Činnost LZS je v noci omezena na neodkladné sekundární a ambulanční lety, kdy se létá převážně

do nemocnic a na předem známá místa. S použitím vhodných technických prostředků je možné rozšířit noční operace i na primární lety.

Noční létání je mnohem složitější než lety ve dne. Má řadu omezujících aspektů, které se nesmí brát na lehkou váhu. Jednou z hlavních podmínek pro bezpečné a efektivní provedení letu je dobrá vizuální reference s terénem a překážkami. Během letu za denního světla získává pilot povědomí o nepříznivém počasí, překážkách, terénu nebo o orientaci letadla zejména díky svému zraku. Podmínky viditelnosti jsou však během noci výrazně sníženy. Piloti mají problémy se schopností odhadovat výšku, hůře zaostřují zrak a identifikují objekty. Značně oslabeno je i jejich barevné a periferní vidění. Pokud není pozorovaný objekt dobře osvětlen, či sám nezáří a nemá tedy dostatečný kontrast vůči pozadí, nelze bez použití vhodných technických prostředků rozlišovací schopnost lidského zraku využít. Jedním z prostředků využívaných leteckou záchrannou službou pro vylepšení viditelnosti v nočních podmínkách je systém snímání nočního vidění (dále jen ANVIS).

ANVIS je komplexní systém, který zahrnuje především brýle pro noční vidění (dále jen NVG) a všechny prvky požadované pro úspěšné a bezpečné použití NVG během provozu vrtulníku. Například osvětlení kokpitu, vnější osvětlení letadla, instalace radiovýškoměru s audiovizuální signalizací dosažení pilotem nastavené výšky letu, počáteční a opakovací výcvik posádek, provozní postupy a požadavky na letovou způsobilost. Bezpečný provoz systému ANVIS není jednoduchou ani levnou záležitostí. Proto každý provozovatel, s ohledem na použití NVG, musí zvážit potřebné zdroje na zajištění všech těchto prvků systému.

# 1 BRÝLE PRO NOČNÍ VIDĚNÍ (NVG)

## 1.1 Základní koncept NVG

Jedním ze základních prostředků systému ANVIS jsou brýle pro noční vidění. Jedná se o binokulární zařízení, které zlepšuje noční vidění pilotů.

V historii válčení byly operace probíhající v noci vždy degradovány nebo se vůbec neuskutečňovaly. Vojáci bojující v noci museli pro lepší viditelnost používat světelné zdroje, zpočátku oheň a později například světlomety. Kvůli těmto zdrojům světla prozrazovali nepříteli své taktické pozice a informace o svých dalších manévrech.

K podstatné změně situace došlo až v padesátých letech 20. století, když Americká armáda objevila způsob, jak zachytit elektromagnetické záření vně části spektra, které je pro lidské oko viditelné. Poté se začali vyvíjet zařízení umožňující dobrou viditelnost jak ve dne, tak hlavně v noci.

V dnešní době mají brýle pro noční vidění široké využití i mimo armádní účely, pro které byly původně vyvinuty. [1]

## 1.2 Historie NVG v letectví

Systémy pro noční vidění začaly vznikat již za druhé světové války, kdy byla jejich průkopníkem německá armáda, která jimi vybavila některé typy obrněné techniky. V letectví prvopočátky výzkumu sahají do padesátých let 20. století, kdy se začaly vyvíjet zařízení pro vojenské snímání a další pro astronomické a vědecké účely. Americká armáda jako první experimentovala s infračerveným dalekohledem používaným ve vrtulnících. Toto zařízení ale nesplňovalo požadavky pro použití v letectví.

V šedesátých letech 20. století byla vynalezena první generace zesilovače obrazu. Tato generace zařízení byla příliš velká pro namontování na přilbu pilota. Ke konci šedesátých let vyrobili Američané druhou generaci zesilovače obrazu, který se od předchozího typu lišil hlavně menšími rozměry.

V osmdesátých letech 20. století začali Američtí letci využívat při svých nočních operacích NVG druhé generace s názvem GEN II AN/PVS-5. Problém tohoto zařízení byl ve špatném zaostřování, které bylo způsobeno nekompatibilním osvětlením v kokpitu letadel. Tento problém byl důvodem, proč se od roku 1976 začal vyvíjet první komplexní systém ANVIS a spolu s ním i třetí generace NVG. Ta umožňuje používání systému i za výrazně zhoršených podmínek s minimálním zbytkovým světlem. Roku 1981 byly americkou armádou vydány letecké konstrukční standardy ADS-23, ke stanovení základních požadavků pro vývoj osvětlení kabiny, kompatibilní s ANVIS.

V devadesátých letech 20. století se začal používat nový typ displeje zabudovaný v přilbě pilota s názvem helmet-mounted display (HMD) a spolu s ním i zařízení označované jako NVG HUD. Ve snaze zvětšit zorné pole stávajících typů NVG vyvinulo americké letectvo panoramatické brýle pro noční vidění, které dokázali zajistit zorné pole o velikosti 100°.

Jak již bylo zmíněno, brýle pro noční vidění byly zařazeny do služby nejprve armádou, kde našly uplatnění ve vrtulnících a bojových i transportních letounech. Postupně si našly cestu i k policejním letkám.

Ke konci devadesátých let 20. století projeví zájem o využití NVG první civilní letečtí provozovatelé, kteří se i částečně podíleli na jejich dalším zdokonalování pod kontrolou Federální letecké správy (FAA). [2]



## 1.3 Technický popis zařízení

NVG je binokulární opto-elektromechanické zařízení, jehož princip funkce spočívá v zesilování zbytkového světla. Je tvořeno čtyřmi hlavními prvky. Optiku tvoří jak objektiv, tak výstupní zobrazovací zařízení, na kterém lze pozorovat scénu. Úlohou objektivu je snímat prostor a zaostřovat na příslušné objekty. Výstupní zobrazovací zařízení se nachází co nejblíže k oku pozorovatele a umožňuje individuální zaostřování k docílení co nejvyšší kvality obrazu. Základem všech NVG je zesilovač obrazu, někdy nazývaný i jako zobrazovací trubice se zkratkou  $I^2$ . Dalším komponentem je elektrický zdroj zajišťující napájení zařízení.



Obrázek 1: Brýle OE ANVIS 4R [6]

### 1.3.1 Čočky objektivu

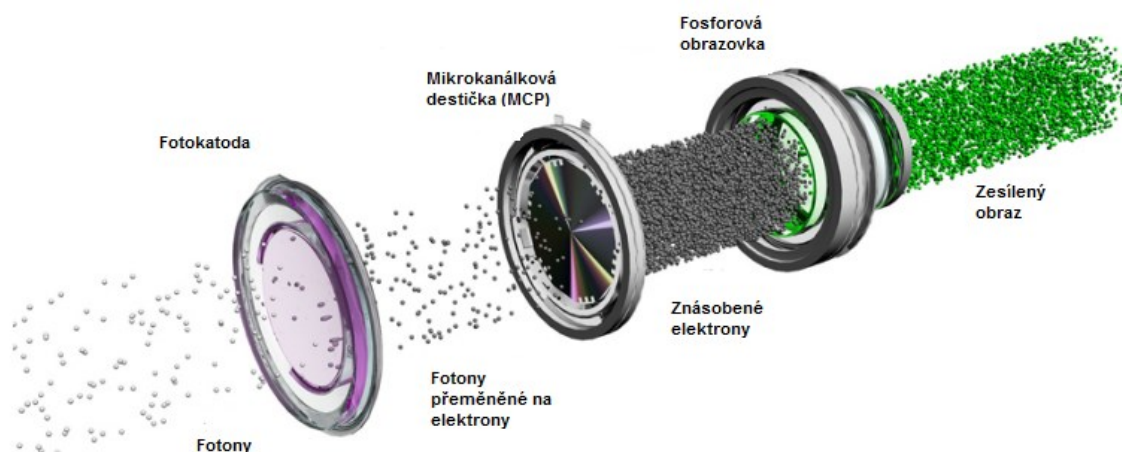
Úkolem čočky objektivu je koncentrovat světelné paprsky do obrazové zesilovací trubice, snímat prostor a zaostřovat pozorované objekty.

### 1.3.2 Zesilovač obrazu

Zesilovač obrazu se dá popsat jako optoelektronické zařízení, jelikož využívá jak optické, tak elektronické součástky, které zesilují, odrážejí a emitují světlo, aby bylo pro lidské oko snáze viditelné při špatně osvětlené scéně. Jde o nejdůležitější prvek NVG.

Veškeré moderní zesilovače obrazu se skládají ze tří základních komponentů:

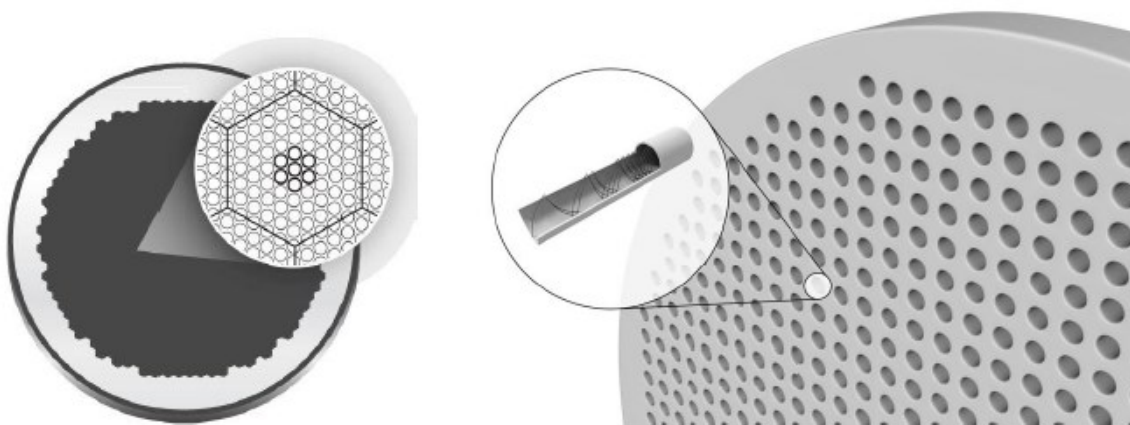
- Fotokatoda
- Mikrokanálová destička (Microchannel plate – MCP)
- Fosforová obrazovka



**Obrázek 2: konstrukce zesilovače obrazu. [21]**

Fotokatoda je polovodičové zařízení, které pracuje na principu fotoelektrického jevu. Při dopadu fotonu emituje elektron.

MCP je tenká skleněná pokovená destička obsahující 2 až 6 miliónů kanálků, na níž dochází k násobení elektronů, které jsou produkovány fotokatodou. Každý elektron, který vstoupí do MCP, generuje přibližně tisíc dalších elektronů. Ty jsou při výstupu z MCP urychleny elektrickým polem a směřují směrem k fosforové obrazovce.



**Obrázek 3: MCP - Mikrokanálková destička [6]**

Fosforová obrazovka je velmi tenká vrstva fosforu nanesená na vnitřní straně koncové části zesilovače obrazu. Jejím hlavním účelem je přeměnit zrychlené elektrony zpět na viditelné světlo složené z fotonů.

Jelikož světlo ze zesilovače obrazu vystupuje přesně ve stejném kontrastu a vzoru, jak jej shromažďuje objektiv, výsledný obraz přesně odpovídá pozorovanému prostředí. Mění se pouze jeho vlnová délka a tím i zbarvení obrazu.

Ke koncové eliminaci určité části spektra se používají filtry. Běžně používaným typem je fosfor P22 (zelený) a P43 (zelenožlutý). V posledních letech se začal používat i fosfor P45 (černobílý). Tyto filtry nijak neovlivňují výkon zesilovače obrazu.



**Obrázek 4: Porovnání fosforu P22, P43 a P45 [6]**

### 1.3.3 Kolimační čočky

Jde o výstupní zobrazovací zařízení, na kterém lze pozorovat výslednou scénu. Tyto čočky promítají zesílený obraz do optického nekonečna a přizpůsobují jej zraku člověka.

### 1.3.4 Elektrický zdroj

Současné typy NVG mohou být napájeny elektrickým systémem letadla, samostatnými bateriemi nebo kombinací obou způsobů.

Energie ze zdroje se přenáší pomocí jediného kabelu skrz přilbu pilota do jednotlivých částí zařízení.

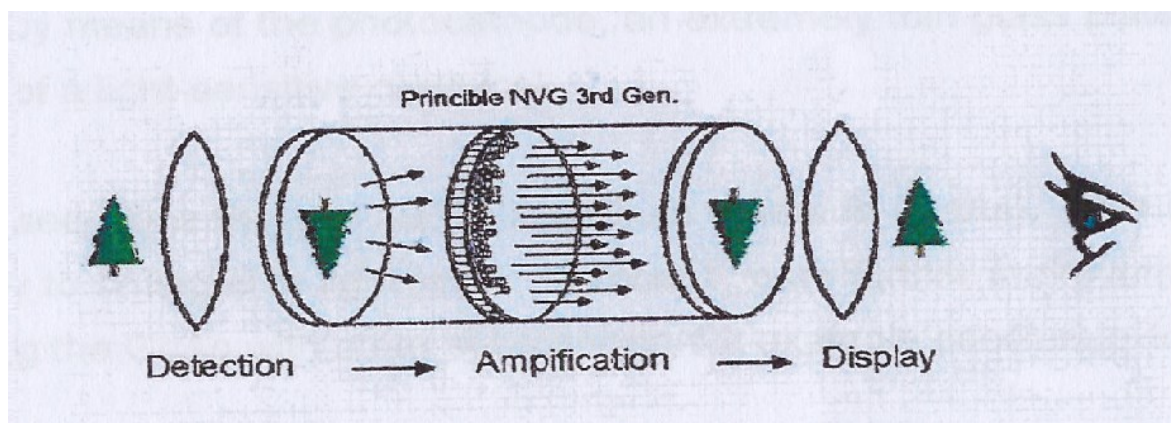
Obvykle jsou použity čtyři alkalické baterie běžné velikosti, které mají výhodu v izolovanosti od elektrického systému letadla. Baterie jsou nejčastěji umístěny v zadní části přilby pilota, aby vyrovnávaly váhu dalších komponentů NVG umístěných na přední části přilby. [1; 3]

## 1.4 Princip činnosti

Princip činnosti NVG je co se týče teorie velmi jednoduchý. Jde o zařízení, které dokáže zesílit zbytkové světlo z okolního prostředí. Může se jednat jak o odraz z měsíce či hvězd, tak o odraz ze světla z okolních měst.

Uvnitř zesilovače obrazu se odehrávají tři důležité procesy:

- Detekce
- Zesílení
- Zobrazení



Obrázek 5: Princip činnosti NVG [3]

Na začátku trubice se nachází systém čoček zachycující světlo vydávané okolními objekty. Světlo, tedy svazek fotonů procházející objektivem dopadá na fotokatodu, kde se

při dopadu fotony přemění na elektrony. Elektrony jsou poté elektro-chemickým procesem znásobeny a usměrněny na stínítko obrazovky pokryté fosforem, která je přetvoří na viditelné světlo, následně viditelné v hledáčku. Na konci trubice najdeme další systém čoček okuláru, které obraz zvětšují. Výsledný obraz je většinou v odstínech zelené barvy díky použití fosforu a také proto, že zelená je lidským okem příznivě přijímána. [4]

V případě pohybu v absolutní tmě, kde není žádný zdroj světla k pozdějšímu zesílení, nelze nic vidět ani se systémem pro noční vidění. Z tohoto důvodu se může použít tzv. přísvit. Jde o paprsek infračerveného světla, které je lidským okem neviditelné, ale noční vidění jej dokáže zachytit a použít pro zesílení.

## **1.5 Generace přístrojů**

Označení generace definuje, jaký typ trubice zesilující zbytkové světlo je použit v konkrétním přístroji. Liší se především velikostí zesílení, kvalitou obrazu (ostrost, kontrast) a celkovým dosahem. Také se používají různé typy materiálu a tím pádem je odlišná i pořizovací cena. Platí pravidlo, že čím vyšší generace, tím vyšší užitná hodnota a vyšší cena.

Výběr zesilovače obrazu pro jednotlivé přístroje je založen na citlivosti katody, rozlišovací schopnosti a čistoty zorného pole. Za závadu přístroje se považují trvalé a jasné svítící body či skvrny viditelné ve středu pozorovaného předmětu. Na každém přístroji se provádí speciální měření, kterým se definují jeho základní parametry.

Díky vývoji technologie se dnes NVG rozdělují do čtyř generací s případnými mezistupni. Pro zvýšení zesílení je možné spojit více zesilovacích trubic dohromady, které se společně montují do jednoho korpusu. Při jejich spojení se ale zvýší zkreslení výsledného obrazu a zmenší se rozlišení na okrajích obrazu.

### **1.5.1 Generace 1**

Typickou vlastností těchto přístrojů je zřetelné zobrazení středu pozorovaného předmětu a jeho okraje jsou lehce zkreslené. Tento jev se nazývá geometrická distorze. V případě, že se v zorném poli objeví jasné zdroje světla, jako jsou například pouliční osvětlení, světla budov či přístávacích ploch, dochází k přesvětlení celého obrazu, což zabraňuje

a v některých případech úplně znemožňuje pozorování. Po vypnutí může přístroj nějakou chvíli vydávat slabou zelenou záři.

Generace 1 má vně zesilovačů skleněné vakuové nádoby s citlivostí fotokatody 120-250 mA/lm. Světlo je zesíleno 120x-900x.

### **1.5.2 Generace 2**

Konstrukčně se přístroje 2. generace liší od té první zabudováním mikrokanálkové destičky (MCP). Ta umožňuje přístrojům této generace zesílit zbytkové světlo mnohonásobně více než přístroje první generace a díky tomu poskytuje jasnější a ostřejší obraz. MCP má nízkou hmotnost, která dovoluje upevnění NVG na přilbu pilota.

Charakteristikou těchto přístrojů je zesílení světla až 25000x-50000x a citlivost fotokatody se pohybuje okolo 240 mA/lm. Životnost přístroje se uvádí od 1000 do 3000 provozních hodin.

### **1.5.3 Generace 3**

Od přístrojů 2. generace se liší přidáním dvou významných vylepšení. První z nich je fotokatoda na bázi GaAs a druhou vakuově uložená iontová bariéra v MCP. Přidáním citlivé chemické látky, arzenidu a galia, do fotokatody vzniká jasnější a ostřejší obraz než v přístrojích druhé generace. Tyto jednotky mají navíc iontovou bariéru, která výrazně prodlužuje životnost přístroje až na 10 000 hodin. Citlivost fotokatody dosahuje hodnoty 900-1600 mA/lm.

Obraz je zřetelný, sytý, s dobrým kontrastem a zpracovanými detaily. Jejich jediným nedostatkem je chybějící opticko-vláknová clona a ochrana proti náhodnému přesvětlení.

### **1.5.4 Generace 4**

Čtvrtá generace zařízení se objevila teprve před pár lety. Byla zavedena technologie bez použití iontové bariéry v MCP, což poskytuje vyšší poměr signálu k šumu než třetí generace. Výsledkem je lepší kvalita obrazu a rozlišení obrazu ve špatných světelných podmínkách.

U systémů 4. generace se dosahuje podstatného zlepšení při zaměřování a rozlišení cíle v extrémně špatných světelných podmínkách a až stoprocentního zlepšení světelné odezvy. [5; 4; 3]

**Tabulka 1: Technické parametry generací přístrojů. [5]**

	Gen 1	Gen 2	Gen 3	Gen 4
Citlivost (mA/lm)	120-250	240-400	900-1600	1800
Zesílení světla (x-krát)	120-900	1200-20000	30000-50000	>50000
Životnost (hod)	1500	3000	10000	15000
Rozlišení (ř/mm)	25-35	32-38	32-64	64-72

Roku 2001 došla americká vláda ke zjištění, že generace zesilovače obrazu již nejsou určujícím faktorem pro celkový výkon zesilovače a tento termín vyloučila z vývozních předpisů.

## 1.6 Třídy NVG

NVG se dělí do dvou tříd podle druhu použitého filtru na předních čočkách přístroje. Filtr má za úkol omezovat přenos viditelného světla nad stanovenou vlnovou délkou, popř. pod stanovenou frekvenci a umožňuje tak osvětlení kabiny způsobem, který neovlivňuje výkon NVG.

### 1.6.1 Třída A

NVG třídy A obsahuje filtr s citlivostí 625 nm, který má za úkol nepropouštět světlo nižších vlnových délek než je tato hodnota. Přístroje této třídy jsou citlivé na všechny odstíny červené barvy a z tohoto důvodu nemohou být použity ve spojení se světelnými prvky systému ANVIS vyzařující světlo v červené oblasti.

## **1.6.2 Třída B**

NVG třídy B obsahuje filtr s citlivostí 665 nm. U této třídy přístrojů se posunula hranice vlnové délky světla, kterou nemohou propouštět. Nezahrnuje celou červenou oblast světla, pouze nasycenou červenou barvu.

## **1.6.3 Třída C**

Tato třída může být označovaná i jako modifikovaná třída B. Jde o kombinaci filtru třídy B a speciálního filtru v zeleném spektru. Díky tomuto spojení lze pozorovat symboly na obrazovce HUD (head-up display) bez toho, aby energie obrazovky nepříznivě ovlivňovala výkon NVG. [6]

## **1.7 Kritéria výběru prostředků pro noční vidění**

Při výběru konstrukčního provedení, generace a konkrétního typu NVG je důležité vědět jeho předpokládaný způsob využití. Jestliže má být přístroj používán převážně v oblastech s vyšší intenzitou světla (např. ve městech) je lepší upřednostnit NVG druhé generace. Přístroj třetí generace by byl v těchto podmínkách světlem zahlcen a výstupní obraz by se vyznačoval malým kontrastem a vysokým jasnem. V přírodních prostorech, kde není žádný zdroj umělého světla, je výhodnější použít noktovizor třetí generace, který je citlivější a v těchto světelných podmínkách poskytuje detailnější obraz.

Dalším kritériem je provedení přístroje. Pro pilota vrtulníku je vhodné použití brýlí instalovaných na pilotní přilbě. Upínací mechanismus musí umožňovat individuální nastavení optimální polohy pro dosažení ideální vzdálenosti mezi výstupním zobrazovacím zařízením a očima pilota. Touto vzdáleností se ovlivňuje velikost zorného pole.

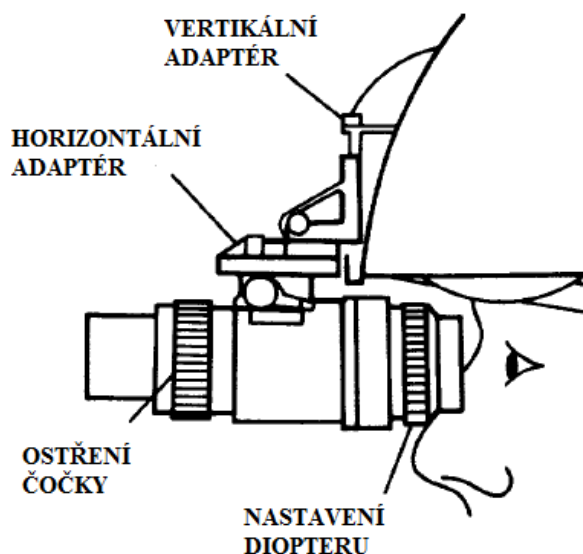
Podle počtu obsažených zesilovačů jasu rozlišujeme dvojí provedení přístrojů. Aplikace jednoho zesilovače se využívá pro orientaci v terénu, opravy techniky v noci bez osvětlení a řízení vozidel. Provedení se dvěma zesilovači jasu poskytuje větší hloubku obrazu, méně zatěžuje oči a je ho vhodné použít pro jeho dobré detekční a rozlišovací schopnosti při dlouhodobém použití (řádově 1 až 2 hodiny). Je využíván hlavně k průzkumu na velké vzdálenosti v prostředí, kde se nepředpokládá žádné vedlejší osvětlení. Zesilovač obrazu je nejdražším prvkem celého přístroje, a proto je binokulární provedení podstatně dražší. [7]



## 1.8 Uchycení NVG na přilbu pilota

Zatímco první generace přístrojů pro noční vidění byly velké a neskladné, druhá a třetí generace dosahovaly vhodných rozměrů k namontování přístroje na přilbu pilota.

První přístroj použitý pro létání s vrtulníkem má označení AN/PVS-5, který však svými parametry zamezoval perifernímu vidění. Původně byl určen pro použití pozemními jednotkami. Pokročilejší systémy s názvem AN/PVS-6 a nebo ANVIS byly navrženy speciálně pro piloty vrtulníků. Připevňují se na přilbu pilota před oblast očí. Oproti předešlému typu přístroje zajišťují širší zorné pole a umožňují periferní vidění skrz brýle.



Obrázek 6: Upevnění brýlí pro noční vidění [1]

Brýle jsou upevněny na držáku, který umožňuje rychle odklopení. Baterie jsou uloženy na zadní straně přilby z důvodu jejího vyvážení. Celková hmotnost brýlí a upevňovacího systému včetně baterií je okolo 850 g. Pohybem objektivu lze nastavit ohniskovou vzdálenost systému v rozsahu od 25 cm do nekonečna. Kompenzace dalekozrakosti nebo naopak krátkozrakosti můžeme dosáhnout pomocí nastavení diopteru čočky v rozsahu od 6,0 až do 2,0 dioptrií. [1]

## 2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ NOČNÍ VIDĚNÍ

Spolu s výhodami má NVG i svá omezení z důvodu faktorů, které působí při jejich používání. Piloti a operátoři musí mít povědomí o obojím. Jestliže se ale zaručí použití NVG v rámci jejich parametrů a dodrží se veškerá omezení, je provoz bezpečný.

Omezení NVG se dělí do několika kategorií, a to na konstrukční charakteristiky NVG, vlivy operačního prostředí na obraz, fyziologické a jiné aspekty.

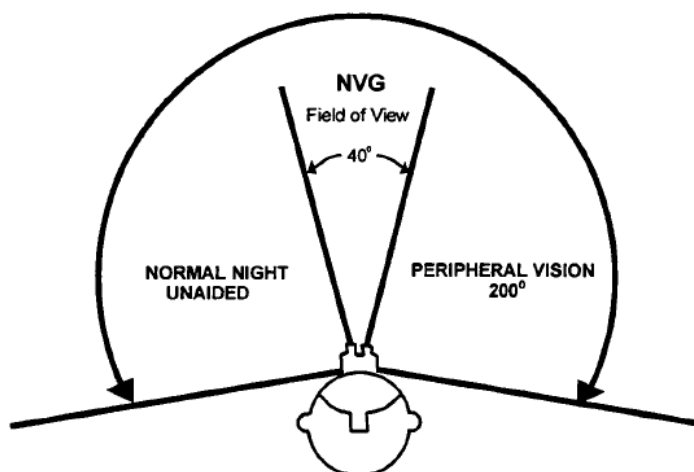
### 2.1 Konstrukční charakteristiky NVG

#### 2.1.1 Ostrost zraku

Ostrost zraku představuje schopnost člověka rozlišovat detaily. V noci je schopnost člověka ostřit zrak zhoršená kvůli nedostatku viditelného světla. Prostředky pro noční vidění nám ostrost zraku za těchto podmínek zvyšují, ale vzhledem ke zvýšené koncentraci posádky na ostření je nutné očekávat dřívejší nástup únavy.

#### 2.1.2 Zorné pole (FOV)

Je největší možná oblast, kterou můžeme pozorovat bez pootočení hlavy či oka. Lidské zorné pole se pohybuje okolo 200° horizontálně a 120° vertikálně. Za použití současných přístrojů pro noční vidění se zorné pole omezí obvykle na 40°. Z tohoto důvodu je zapotřebí tzv. skenování okolního prostředí, kdy pilot musí pro dostatečné periferní vidění otáčet celou hlavou.



Obrázek 7: Zorné pole člověka s použitím přístroje pro noční vidění [8]

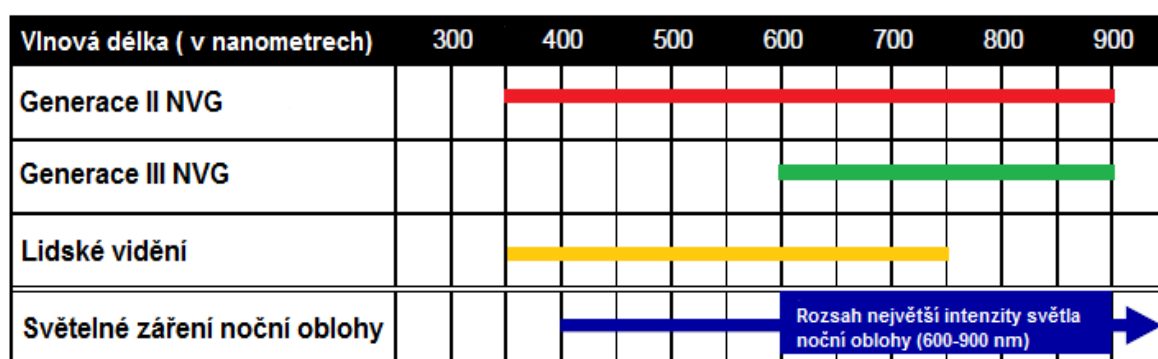
### 2.1.3 Oblast pozorování (FOR)

Jde o celkovou oblast, kterou lze pozorovat otáčením hlavy a současně i obou očí. Velikost této oblasti se může lišit v závislosti na fyziologické hranici pohybu hlavy člověka a také na konstrukčním řešení pilotní kabiny. V ideálním případě by mělo být FOR pilota s NVG stejné jako v případě bez pomoci nočního vidění.

### 2.1.4 Hmotnost a těžiště

Vysoká hmotnost a nevhodně umístěné těžiště může mít vliv na výkon pilota v podobě únavy a napětí krční svalstva. Při havárii se zvyšuje pravděpodobnost úrazu krční páteře pilota. K omezení nežádoucích vlivů se používá vhodné protizávaží, většinou v podobě bateriového pouzdra umístěného v zadní části přilby.

### 2.1.5 Citlivost světelného spektra



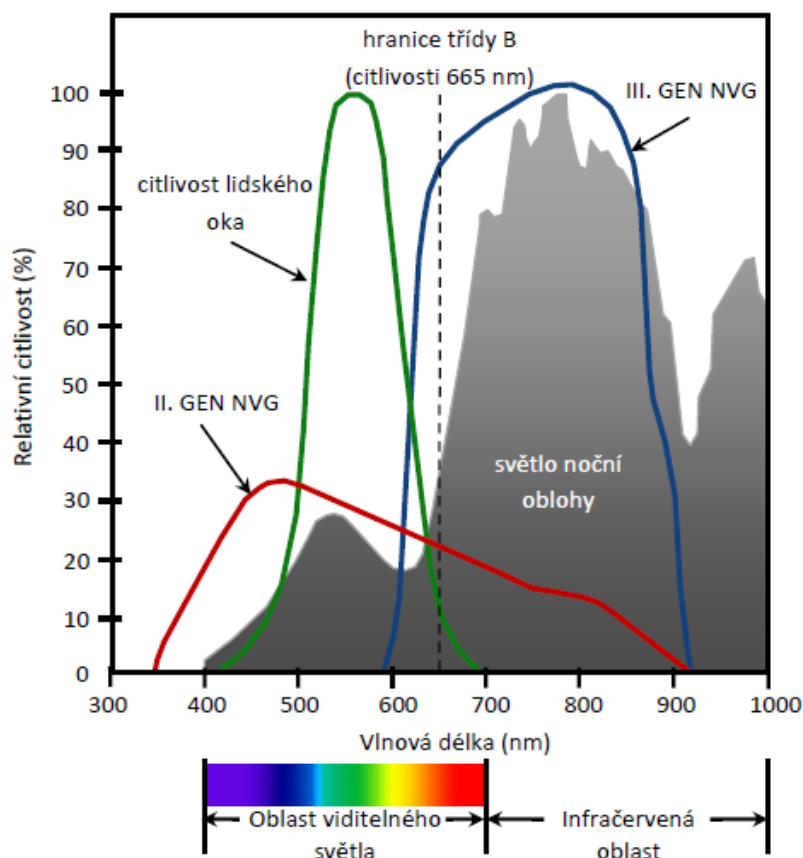
Obrázek 8: Porovnání rozsahu vlnové délky přístrojů generace II, generace III, lidského vidění a intenzity záření noční oblohy [9]

Lidské oko vnímá okolní světlo v rozmezí od 380 nm do 760 nm. Brýle pro noční vidění jsou navrženy tak, aby byly nejcitlivější na vlnové délky blízké infračervené oblasti, zhruba od 600 nm do 900 nm. Tento nastavený rozsah světelného spektra umožňuje použít noční vidění při světle nízkých úrovní jako je třeba noční osvětlení oblohy, které má největší intenzitu ve stejném rozsahu vlnových délek. Odlišné rozmezí vnímání světelného spektra člověkem a tímto přístrojem může způsobovat matoucí podněty, vzhledem ke způsobu, jakým objekty absorbují či odrážejí světlo různých vlnových délek. [9; 10]

NVG schválené pro provoz v civilním letectví obsahují filtr třídy B, který nepropouští světlo nižší vlnové délky než 665 nm. Toto omezení způsobuje problémy při pozorování LED osvětlení červené barvy. Přestože výstražná červená LED svítidla vyhovují

požadavkům pro letectví, jsou díky úzkému vyzařovacímu pásmu za použití NVG nepozorovatelná. Z tohoto důvodu musí pilot vrtulníku za letu s NVG pravidelně kontrolovat okolní scénu pohledem zpod brýlí a dbát maximální opatrnosti při manévrování blízko překážek. [11]

Porovnání citlivosti lidského oka a NVG (II. a III. generace) ve vztahu k energii noční oblohy je uvedeno na následujícím obrázku.



Obrázek 9: Porovnání citlivosti lidského oka a NVG vzhledem ke světlu noční oblohy [6]

### 2.1.6 Monochromatický obraz

Při osvětlení monochromatickým světlem není možné rozlišit barevné odstíny. V takovém případě oko dokáže rozpoznat pouze jas a člověk tak zjistí, který předmět je světlejší a který je tmavší, nikoliv jakou barvu který má. Subjektivně je takové osvětlení nepříjemné a způsobuje únavu očí. [12]

Na výstupu z NVG může pilot pozorovat monochromatický neboli jednobarevný obraz v odstínech zelené. Důvodem použití zelené barvy je, že lidskému oku umožňuje rozlišit

jemnější detaily tvaru a jas předmětů, protože při tomto druhu světla se neuplatňuje tzv. chromatická vada oční čočky, která v jiných případech zhoršuje ostrost vidění.

## **2.2 Vliv operačního prostředí**

### **2.2.1 Světlo**

Pro provoz nočního vidění může být světlo jak prospěšné, tak i škodlivé. Největší nepříznivý dopad na kvalitu obrazu má přímé jasné světlo vyzařované jak přírodními zdroji, tak zdroji umělého světla. Oba druhy záření mají vliv na automatickou regulaci citlivosti. Ta chrání brýle před jejich poškozením a udržuje konstantní intenzitu světla. Problém může způsobovat i měsíc, který pilot vidí v zorném poli. Čím větší je plocha měsíce, tím je problematičtější. Přímé jasné světlo může také vést k halovým efektům, které vznikají kolem zdrojů světla.

### **2.2.2 Počasí**

Světelná energie potřebná k zesílení obrazu může být snížena vlivem počasí a dalších atmosférických podmínek, které způsobují pohlcení, lom nebo rozptyl světla. Piloti můžou skrz NVG pozorovat oblasti s vysokou vlhkostí (oblačnost, hustá mlha, déšť a sníh), což jim umožňuje včas rozpoznat podmínky pro let podle přístrojů.

Noční vidění však nezaručuje identifikaci oblastí s menší hustotou vlhkosti. To může vést k nebezpečným letovým podmínkám. Proto je pro realizaci bezpečného letu velmi důležité, aby byl pilot důkladně seznámen s aktuálním a očekávaným počasím, s povětrnostními podmínkami a především by měl mít povědomí o jejich účincích na výkonnost NVG. [9]

### **2.2.3 Terén**

Rozlišujeme tři hlavní vlastnosti terénu, které ovlivňují výsledný obraz NVG.

1. **Odráživost terénu** – terén ovlivňuje kvalitu obrazu díky své míře odrazivosti (albeda). Jedná se o poměr odraženého elektromagnetického záření k množství dopadajícího záření. Tento poměr se značí zlomkem a udává se v procentech. Jakýkoliv terén, který albeda obsahuje (lesy, obdělávaná pole) zvyšuje úroveň

kontrastu obrazu. Vyšší úroveň detailů a kontrastní poměry scény znamenají snadnější interpretaci terénu. Například zasněžený povrch bude odrážet více světla než tmavý povrch jako je třeba asfaltová cesta.

2. **Kontrast terénu** – kontrast terénu je dán mírou rozdílu mezi odrazivostí dvou či více ploch. Čím větší je kontrastní rozdíl, tím snazší je terén nebo objekty identifikovat.
3. **Stínování terénu** – stíny existují jak ve dne, tak i v noci. Jakýkoliv předmět blokující přímý svit měsíce vytváří stín. Rozdíl mezi denním a nočním stínem spočívá v množství energie, která je přítomná uvnitř stínu. Pro svou správnou funkci NVG vyžaduje určité množství světla pro jeho zesílení. Z toho vyplývá, že během letu v zastíněné oblasti nebude mít NVG dostatek světelné energie a v takovém případě by pro piloty bylo snadnější využít jiných druhů přístrojů pro noční vidění jako je FLIR nebo RADALT, které jsou založené na principu termovize a tak pro svou funkci nepotřebují světelnou energii. [13]

## 2.2.4 Dráty vysokého napětí

Sloupy a dráty vysokého napětí jsou překážkou pro vrtulníky především při manévrování a přistávání v neupravených oblastech. Piloti mají obtíže rozpoznat vedení vysokého napětí jak v noci, tak i za denních podmínek. NVG částečně napomáhá při identifikaci stožárů v nočních podmínkách, avšak je velmi složité skrz tyto brýle pozorovat dráty.

## 2.2.5 Částice látek obsažené ve vzduchu

Kromě počasí, mohou existovat i jiné jevy odehrávající se v atmosféře, které mohou bránit přístupu světelné energie do NVG. Příkladem je opar, prach, písek, nebo kouř. Míra jejich ovlivnění bude záviset na velikosti a koncentraci částic.

Příklady těchto vlivů jsou následující:

- Silný vítr může přes den rozptýlit velké množství prachových částic a ty budou ve vzduchu i nadále přítomny v noci, kdy je vítr slabší.
- Lesní požáry produkují obrovské množství kouře, který se může větrem přemístit na velké vzdálenosti od zdroje.

- Nepříznivý vliv na správnou funkci NVG má i znečištění od okolních průmyslových oblastí.

## **2.3 Fyziologická a jiná omezení**

### **2.3.1 Prostorová dezorientace**

Rozumí se jí ztráta situační orientovanosti pilota o poloze a pohybu letadla v prostoru. Opakem je prostorová orientace, kterou pilot získává po zpracování mozkiem na základě podnětů ze zrakového, rovnovážného a sluchového systému.

Podle průběhu se rozlišují tři typy prostorové dezorientace, které pilot pociťuje:

1. Typ 1 – nerozpoznaná. Pilot se řídí dle nesprávných informací, které mohou vést k letecké nehodě.
2. Typ 2 – rozpoznaná a tím řešitelná. Pilot pociťuje některé z příznaků. Nedůvěřuje přístrojům, trpí iluzemi a závratí.
3. Typ 3 – rozpoznaná, ale neřešitelná. Pilot si problém uvědomuje, ale není schopen jej fyziologicky překonat a tím je mu znemožněno řízení letadla.

Prostorová dezorientace je velmi často příčinou předpokladu nebo vzniku letecké nehody a i přes použití moderních typů přístrojů pro noční vidění stále činí významné noční nebezpečí. [14]

### **2.3.2 Adaptace na tmu**

Jde o nezávislý proces, při kterém se lidské oko přizpůsobuje nastavení z vysoké svítivosti na nastavení s nízkým jasnem. Tyčinky a čípky v oku obsahují chemickou látku zvanou fotopigment. Jestliže je tato látka vystavená světlu, podstoupí chemickou reakci, při které převádí světelnou energii na elektrickou aktivitu a vysílá vizuální impulsy na sítnici oka. Při tomto procesu intenzivní světlo fotopigmenty rychle rozloží, čímž se sníží citlivost oka na šero. Jejich regenerace nastává během adaptace na tmu.

Mimo přizpůsobení se tmě, které je způsobeno změnou koncentrace fotopigmentů dokáže oko provést fyzickou změnu zornice. Zornice je schopna rozšíření z původní

velikosti 1,5 mm až na 8 mm, což odpovídá 30-ti násobku množství světla vstupujícího do oka. [15]

Použití NVG v oku stimuluje jak tyčinky, tak čípky. Proto pokud letíme v mírně osvětleném prostředí, jako jsou metropolitní oblasti, mělo by být oko adaptované tmě stejně jako by tomu bylo bez použití systému nočního vidění. Platí, že čím horší osvětlení prostředí, tím více času je zapotřebí, aby se oko daným podmínkám přizpůsobilo.

### **2.3.3 Únava**

Únava se považuje za nebezpečný stav ovlivňující především pozornost pilota při letu, který může mít dopad na bezpečný provoz. Únava je důsledkem nahromadění odpadů metabolismu v krvi člověka a nejčastěji se projevuje v nočních hodinách. Příčinou toho stavu je zejména fyzická aktivita nebo psychické zatížení člověka.

Projevům únavy lze předcházet především dodržováním optimální doby spánku a odpočinku před letem, správným výcvikem, zkušenostmi, adaptací, atd.

### **2.3.4 Řízení lidských zdrojů v pilotní kabině**

Řízení lidských zdrojů v pilotní kabině neboli cockpit resource management (CRM) je sada tréninkových postupů, které se používají především pro zlepšení letecké bezpečnosti. CRM se zaměřuje na mezilidskou komunikaci, vedení a rozhodování posádky na palubě. Tyto postupy je nutné, vzhledem k omezení provozu systému ANVIS, dodržovat a jsou součástí ANVIS předletového briefingu.

### **2.3.5 Přeceňování schopností**

Při nočních letech se může u pilotů projevit samolibost a přílišná důvěra v technologii. I přes jednoduché ovládání a efektivitu nelze schopnosti systému ANVIS přeceňovat.

### **2.3.6 Nastavení úrovně osvětlení přístrojů**

Důležitým faktorem k adaptování zraku na úroveň osvětlení pilotních přístrojů je správné nastavení jasu obrazu. Jestliže je osvětlení přístrojů velmi jasné, doba potřebná k přečtení informací, které přístroje pilotovi poskytují, bude krátká. Naopak když osvětlení přístrojů bude nastaveno na nízkou úroveň, zvýší se doba interpretace údajů až na několik



sekund. Příliš dlouhá doba čtení informací z přístrojů zvyšuje riziko prostorové dezorientace. Z tohoto důvodu je nutné nalezení optimálního nastavení ještě před zahájením letu.

## **3 SYSTÉM PRO NOČNÍ VIDĚNÍ ANVIS**

System ANVIS tvoří řada prvků potřebných k úspěšnému a bezpečnému provozu letecké techniky v nočních operacích. Jedná se o komplexní systém zahrnující především brýle nočního vidění NVG, kompatibilní vnitřní i vnější osvětlení, design pracovních míst posádky, radiový výškoměr a další komponenty letadla. Systém zahrnuje také provozní postupy, požadavky na výcvik posádky a postupy pro zachování letové způsobilosti.

Vrtulník a veškeré prováděné ANVIS operace by měli splňovat všechny požadavky Evropské Agentury pro bezpečnost letectví (EASA) v souladu s nařízením komise Evropského společenství č 1702/2003.

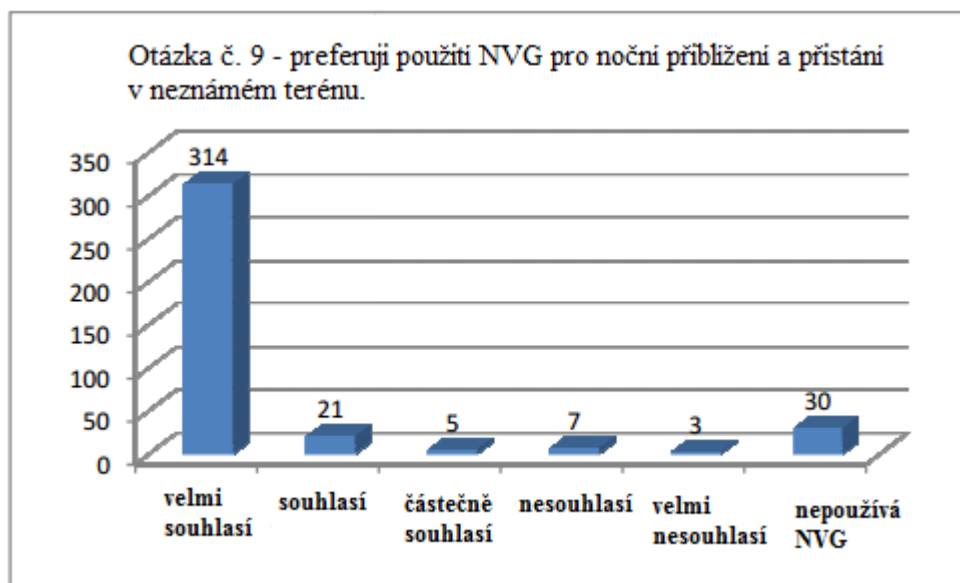
### **3.1 Metodika použitá při zpracování praktické části**

Tato bakalářská práce vycházela z obecně dostupných informací v podobě odborné literatury a webových zdrojů uvedených v seznamu použité literatury. Převážná část práce byla zpracována díky vstřícnému přístupu společnosti DSA a.s., která poskytla potřebné materiály a především díky osobních konzultací s panem Ing. Jaroslavem Braunem, pilotem vrtulníků LZS, který zaváděl létání s nočním viděním v Armádě ČR a nyní převzal zodpovědnost za zavedení nočního vidění u společnosti DSA a.s., a který má se systémem ANVIS obrovské zkušenosti.

### **3.2 Použití systému ANVIS v letecké záchranné službě**

Díky zavedení létání s nočním viděním dokáže letecká záchranná služba plnit své povinnosti i v nočních hodinách. LZS je proto schopna poskytovat téměř nepřetržitou vyžadovanou podporu pozemních složek záchranné služby.

Americká asociace NEMSPA (National EMS pilots Association) provedla v květnu roku 2008 průzkum mezi piloty záchranných složek. Formou dotazníku (viz. příloha B) odpovídalo na základní otázky ohledně použití nočního vidění 382 aktivních pilotů HEMS. Na otázku uvedenou v dotazníku pod číslem 9, která zní: „preferuji použití NVG pro noční přiblížení a přistání v neznámém terénu“, odpovědělo kladně 314 pilotů. Celkově z provedeného dotazníku vyplynulo, že používání brýlí nočního vidění v HEMS je velmi přínosné. [16]



Obrázek 10: Grafické zobrazení odpovědí na otázku dotazníku č. 9 [17]

### 3.2.1 Využití systému ANVIS v Evropě

Ačkoliv brýle pro noční vidění byly po mnoho let vyhrazeny výhradně pro vojenské vrtulníky, EASA začala udělovat civilní osvědčení pro NVG noc v roce 2009. Tato změna tak nabízí nové perspektivy pro civilní provozovatele, kteří provádějí záchranné mise.

Prvním provozovatelem nočního vidění v civilní oblasti se stala švýcarská společnost Rega, která NVG přidala k výbavě své posádky roku 1987. V dnešní době létají s nočním viděním takřka všichni přední provozovatelé LZS v Evropě.

Následující tabulka uvádí několik vybraných evropských provozovatelů letecké záchranné služby, kteří využívají systém ANVIS v nočních operacích vrtulníku.

**Tabulka 2: Vybraní Evropští provozovatelé HEMS létající s NVG [webové stránky jednotlivých provozovatelů HEMS]**

Země	Provozovatel	Rok zavedení letů s NVG	Vrtulník
Finsko	FinnHEMS	2011	EC - 135, EC 145
Německo	ADAC	2012	EC - 135
	DRF luftrettung	2009	EC 145, Bell 412
Norsko	Norsk Luftambulanse AS	2002	EC - 135
Rakousko	Öamtc	-	EC - 135, AW109, EC 145
	DRF luftrettung	2009	EC 145, Bell 412
Slovensko	ATE - Air Transport Europe	2007	AgustaWestland AW109
Španělsko	RACC TAF	2007	-
	INAER	2006	EC - 135, EC 145
Švédsko	Scandinavian AirAmbulance	-	EC - 135, AS 365
Švýcarsko	REGA	1987	EC - 145
Velká Británie	East Anglian Air Ambulance (EAAA)	2012	-
	Air Medical Services	2006	EC - 135, AW109, Bell 429

### 3.2.2 Využití systému ANVIS v ČR

Úřad pro civilní letectví pověřuje každého provozovatele, který zamýšlí provoz s NVG, důkladným zpracováním vlastních letových postupů. Povinnost těchto provozovatelů je vypracovat provozní příručku, která musí být dodána příslušnému úřadu ke schválení. Tato bakalářská práce popisuje postupy vycházející z provozní příručky zpracované společností DSA a.s.

V České republice měla NVG ve své výbavě jako první Letecká služba Policie ČR. Na jaře roku 2014 se prvním civilním provozovatelem využívající NVG stala společnost Alfa - Helicopter. Na území ČR zajišťuje leteckou záchrannou službu i další soukromá letecká společnost DSA a.s., která se připravuje na provoz NVG od letošního roku.

Na stanici LZS Ostrava, která zajišťuje nepřetržitou službu, tvoří noční lety přibližně 20% z celkového počtu zásahů. Se zavedením NVG toto procento vzroste vzhledem k možnostem rozšíření zásahů vrtulníku navíc o primární lety.

**Tabulka 3: Statistika zásahů HEMS pro rok 2015 společnosti DSA a.s. [17]**

	Doba nočních letů (v minutách)	Počet zásahů	Celkový počet letů (v minutách)	Celkový počet zásahů
Hradec Králové	1390	47	22146	597
Liberec	436	21	25814	640
Ostrava	5179	112	25495	545
Ústí n. Labem	567	17	21145	564
<b>Celkem</b>	<b>7572</b>	<b>197</b>	<b>94600</b>	<b>2346</b>

### 3.3 Provoz vrtulníku se systémem nočního vidění

Společnost DSA a.s. pro účely LZS využívá moderní vrtulníky EC-135 T2+ a EC-135 T2, které zcela vyhovují mezinárodním předpisům JAR OPS a EU pro provoz LZS.

#### 3.3.1 Charakteristika vrtulníku EC-135 T2+

Eurocopter 135 T2+ je lehký dvoumotorový vrtulník kategorie A vyráběný společností Airbus Helicopter. Jedná se o modernější variantu T2 se silnějšími motory Arrius 2B2, které jsou řízeny jednotkou digitálního řízení motoru FADEC a mají modernější zobrazování přístrojů. Vrtulník má čtyřlístý nosný rotor, vyrovnávací rotor typu fenestron a lyžinový podvozek. Interiér je přizpůsoben pro přepravu jednoho ležícího pacienta. Posádku tvoří jeden pilot a až tři členný lékařský nebo záchranný tým. Společnost DSA a.s. nasadila tento vrtulník do provozu v srpnu 2009 a je využíván konkrétně u LZS Ostrava. [18]



Obrázek 11: Vrtulník EC-135 T2+ OK-DSE [autor]

### 3.3.2 Vybavení vrtulníku EC-135 T2+

Pro bezpečný provoz ANVIS musí mít vrtulník následující vybavení:

- ANVIS vnitřní i vnější osvětlení
- Radiový výškoměr
- Ochranu proti odleskům na čelním skle pilotní kabiny
- Kabinovou clonu oddělující pilotní prostor od kabiny cestujících
- Systém automatického řízení letu (AFCS – Automatic Flight Control System) nebo systém stabilizace letu
- Systém zobrazování letových údajů (FCDS – Flight Data Control Display)
- Odmontovaná nebo zakrytá venkovní zrcadla

### 3.3.3 Osvětlení vrtulníku EC-135 T2+

ANVIS osvětlení je způsob osvětlení vrtulníku, které je speciálně navrženo nebo modifikováno pro létání s NVG a jeho cílem je zmírnit snížené periferní vnímání podnětů a nedegradovat výkon NVG pod přijatelnou mez.

Vnější i vnitřní ANVIS osvětlení se považuje za kompatibilní, jestliže negativně neovlivňuje NVG během kterékoliv fáze letu. Jas obrazovek, podsvícení palubních přístrojů a ovládacích prvků musí být za letu nastaveno pro jejich snadné čtení pouhým okem pohledem zpod brýlí.

ANVIS osvětlení vrtulníku EC-135 T2+ zahrnuje:

### 3.3.3.1 Vnější osvětlení

- Polohová a protisrážková světla
- Stroboskopická světla
- Vyhledávací/přistávací světlomet
- Dva pevné přistávací světlometry

Stroboskopická světla jsou zapnuta pouze při letu po trati. Při vzletu a přistání s NVG se vypínají. Vypnutí se provádí v rámci úkonů před vzletem a před přistáním.

Vyhledávací/přistávací světlometry a pevné přistávací světlometry vyzařují světlo bílé barvy a umožňují dostatečné osvětlení přistávací plochy v případech, kdy vzlet a přistání nejsou prováděny podle pravidel VFR noc bez použití NVG nebo v případech, kdy se při přistání musí přejít na let bez NVG.



Obrázek 12: Kombinovaný přistávací světlomet s IR filtrem vrtulníku EC-135 T2+, OK-DSE [autor]

### 3.3.3.2 Osvětlení pilotní kabiny

Pro snížení negativního vlivu osvětlení přístrojů na obraz viditelný pilotem skrz NVG je zapotřebí přidání optického filtru na následující elektronické displeje v kokpitu: GNS 430, GTX 330 a KR 21 Markr.

Veškeré analogové displeje včetně záložního umělého horizontu a magnetického kompasu jsou osvětleny pomocí ANVIS kompatibilních světél.

Dále je zapotřebí speciálního navrzení nebo modifikace varovného panelu s indikátory signalizace požáru, panelu pro ovládání stejnosměrného napětí a motorů, stropního panelu a ovládacího panelu avioniky umístěném na středovém panelu tak, aby byly přizpůsobeny systému ANVIS.

Pro dodatečné osvětlení kokpitu slouží ANVIS zelené kabinové světlo nebo ruční svítilna umístěná za pilotem po pravé straně.

Po změně polohy přepínače INSTR LIGHT do polohy NVG na stropním panelu ovládání vrtulníku začnou následující přístrojové systémy a digitální displeje pracovat ve speciální ANVIS režimu:

- Flight Data Control Display (FCDS) pilota a druhého pilota
- Caution and Advisory Display (CAD)
- Vehicle and Engine Monitoring Display (VEMD)



Obrázek 13: Přepínač INSTR LIGHT [autor]

Přepínač má tři polohy. První možnost DAY (den) se využívá při klasických denních letech. Prostřední poloha NIGHT (noc) pro noční létání bez použití nočního vidění a spodní poloha s názvem NVG (při letech s brýlemi pro noční vidění). Na levé straně se nachází ovládání jasu osvětlení přístrojů.





Obrázek 16: Osvětlení přístrojů v poloze přepínače INSTR LIGHT DAY [autor]



Obrázek 15: Osvětlení přístrojů v poloze přepínače INSTR LIGHT NIGHT [autor]



Obrázek 14: Osvětlení přístrojů v poloze přepínače INSTR LIGHT NVG [autor]

### 3.3.3.3 Osvětlení kabiny cestujících

Osvětlení kabiny cestujících závisí na poloze přepínače INSTR LIGHT, který je pro ANVIS kompatibilitu osvětlení přístrojů přepnut do polohy NVG. Standardní nastavení ovládání osvětlení vypadá následovně:

- Přepínač INSTR LIGHT - NVG
- Přepínač PAX/CARGO LIGHT - NORM
- Zelené světlo pro čtení - ON
- Kabinové stropní světlo - OFF

Při tomto režimu je cestujícím k dispozici zelené světlo pro čtení, které zapíná posádka libovolně a stropní kabinové světlo ovládáno pouze z kokpitu.

Velitel letadla může dle vlastního uvážení změnou polohy přepínače PAX/CARGO LIGHT z NORM na ON rozsvítit veškerá světla pro čtení, kromě stropního osvětlení, které zůstává vypnuto po celou dobu, kdy je přepínač INSTR LIGHT v poloze NVG.

Během přiblížení na přistání a přistání s NVG jsou všechny silné světelné zdroje v kabině z bezpečnostního důvodu deaktivovány.

### 3.3.4 Předletová kontrola vrtulníku EC-135 T2+

Předletová kontrola je prováděná podle sekce 4 letové příručky vrtulníku EC-135 T2+.

Před každým letem ANVIS je navíc nutno zkontrolovat:

- a) Demontovaná nebo zakrytá venkovní zrcátka
- b) Čistotu skel pilotní kabiny
- c) Správné instalace látkové ochrany proti odleskům na čelním skle pilotní kabiny
- d) Zácionu oddělující pilotní prostor od kabiny cestujících
- e) Další vybavení ANVIS – kontrola správné činnosti, kompatibility a nastavení

### **3.4 Požadavky na posádku**

Posádka vrtulníku LZS je složena z pilota, lékaře a leteckého záchranáře. Tým je doplněn leteckým mechanikem, který se stará o kontrolu vrtulníku před i po letu, doplňování paliva a další servisní úkony.

Lety s nočním viděním se mohou realizovat minimálně s dvoučlennou posádkou a to ve složení velitel letadla a druhý pilot. Druhého pilota je možné nahradit jedním technickým členem posádky HEMS. Oba členové posádky musí být vybaveni stejným typem a generací NVG.

Celá posádka provádějící lety ANVIS musí pro udržení rozlétanosti absolvovat minimálně tři lety ANVIS za posledních 90 dnů. V případě nedodržení této podmínky lze rozlétanost obnovit výcvikovým letem na vrtulníku nebo na letovém simulátoru.

#### **3.4.1 Velitel letadla**

Velitel letadla má oprávnění provádět lety ANVIS při splnění všech následujících požadavků:

- Má oprávnění provádět lety HEMS
- Absolvoval počáteční provozní výcvik zahrnující pozemní výcvik, letový výcvik a přezkoušení v souladu s výcvikovou osnovou ANVIS
- Má před zahájením výcviku ANVIS nalétáno ve funkci velícího pilota na vrtulníku minimálně 20 hodin za podmínek VFR noc
- Absolvoval za posledních 6 měsíců minimálně 30 minut letu podle přístrojů na vrtulníku nebo letovém simulátoru

#### **3.4.2 Druhý pilot**

Do funkce druhého pilota může být zařazen pilot splňující požadavky platné pro velitele letadla.

### **3.4.3 Člen technické posádky HEMS**

Člen technické posádky HEMS může provádět lety ANVIS, jestliže je držitelem oprávnění pro lety HEMS za podmínek VFR den a noc. Dále musí absolvovat počáteční pozemní výcvik, letový výcvik a přezkoušení v souladu s výcvikovou osnovou ANVIS.

## **3.5 Výcvik posádky pro lety ANVIS**

Výcvik posádek pro lety ANVIS se řídí dle rozhodnutí č. 2013/020/R AMC a GM část SPA k nařízení Komise (EU) č. 965/2012 ze dne 5. října 2012, kterým se stanoví technické požadavky a správní postupy týkající se letového provozu podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008, Hlava H - Provoz vrtulníků se zobrazovacími systémy pro noční vidění.

Výcvik a přezkoušení posádek se provádí podle osnov schválených národním úřadem a musí být zahrnuty do provozní příručky provozovatele.

Osnovy pro letový výcvik posádek by měly obsahovat následující položky:

- principy fungování ANVIS, fyziologie oka, vidění v noci, omezení a techniky k překonání těchto omezení
- Příprava a testování ANVIS zařízení
- Příprava vrtulníku pro operace s ANVIS
- normální a nouzové postupy, včetně všech poruchových stavů ANVIS
- součinnost posádky
- zásady přechodu do a z NVG postupů
- povědomí o zvláštěnostech a limitech týkajících se letu s ANVIS
- analýza rizik, jejich zmírňování a řízení
- meteorologie
- plánování ANVIS letu

Samotná praktická část výcviku by měla dle evropských směrnic trvat 5 hodin a měla by zahrnovat tyto body:

- Pozemní operace
- Základní manévry
- Vzlety a přistání
- Navigace
- Nouzové postupy

I když ANVIS je především pomocným zařízením pro létání podle pravidel VFR v noci, dvourozměrná povaha obrazu NVG vyžaduje častou kontrolu letových přístrojů pro upřesnění prostorové a situační informace. Proto by každá osnova výcviku ANVIS měla zahrnovat rovněž základní zásady letu podle přístrojů. [19]

Jestliže je na místě druhého pilota člen technické posádky, měl by být vyškolen a znát své povinnosti při letu s a bez NVG.

Vzhledem k významu koordinace posádky, je nutné, aby i neletoví členové posádek byli obeznámeni se všemi aspekty letu ANVIS. Pozemní nelétající personál, který podporuje operace ANVIS by také měl obdržet odpovídající školení ve svých odborných oblastech. Účelem je zajistit, například správnou světelnou disciplínu při vzletech a přistání vrtulníků.

## **3.6 Příprava NVG pro let**

Příprava soupravy NVG na let zahrnuje několik úkonů a to kontrolu pilotní přilby, u které pilot nastavuje především vhodnou polohu těžiště. Dále se provádí kontrola, počáteční nastavení, seřízení a zaostření NVG.

### **3.6.1 Počáteční nastavení soupravy NVG**

Počátečním nastavením se NVG uvede do výchozího stavu pro seřízení a zaostření, které se provádí po upevnění NVG v dolní poloze na pilotní přilbě. Zároveň se kontroluje, zda není některý z prvků poškozen a systém je plně funkční.

#### **3.6.1.1 Kontrola pouzdra baterií**

U bateriového pouzdra je zapotřebí před vložením hlavní a záložní baterie zkontrolovat:

- a) Nepoškozenost pouzdra
- b) Nepoškozenost elektrických kontaktů a konektorů
- c) Třípolohový spínač
- d) Nabití a nepoškozenost baterií

Při vkládání/vyjímání baterií musí být pouzdro propojené s NVG vždy vypnuto, aby se předešlo možnému poškození zesilovače obrazu. Pouzdro se po dokončení kontroly přechytí na pilotní přilbu.

### **3.6.1.2 Kontrola a nastavení držáku NVG**

Pro správné nastavení držáku NVG se kontroluje:

- a) Nepoškozenost držáku NVG
- b) Zapojení k adaptéru
- c) Nepoškozenost elektrických kontaktů a konektorů
- d) Správná činnost ovládacích prvků pro seřízení NVG a jejich nastavení do výchozí polohy

Po provedení kontroly se držák s NVG usadí na průhledný štít přilby, připojí se vodič s bateriovým pouzdem a poté se ověří signalizace nízkého napětí baterie.

### **3.6.1.3 Kontrola signalizace nízkého napětí baterie**

Signalizace nízkého napětí baterie je realizovaná pomocí LED diody, která reaguje rozblíknutím při poklesu napětí baterie na 2,1V.

Kontrola správné činnosti signalizace se provádí vysunutím zásobníku baterie tak, aby se přerušily kontakty a přepnutím spínače na straně vysunutého zásobníku do polohy ON by se měla rozsvítit dioda. Poté je třeba kontrolu zopakovat pro druhé bateriové pouzdro.

Lidé, kteří spolu s NVG používají dioptrické brýle, mohou používat pouze obroučky s úzkými okraji, aby jejich horní část nepřekrývala signalizační diodu.

### **3.6.1.4 Kontrola a počáteční nastavení NVG**

Kontroluje se:

- a) Nepoškozenost obou monokulárů a spojovacího můstku
- b) Nastavení mechanismu do výchozí polohy
- c) Čistota optiky

### **3.6.1.5 Nasazení NVG do držáku**

Nasazení NVG do držáku se provádí postupně těmito úkony:

- a) Nasazení pilotní přilby, kterou si pilot dle vlastní potřeby přizpůsobí
- b) Kontrola, že se spínač napájení nachází v poloze OFF
- c) Nasazení brýlí tak, aby odpružené kuličky na držáku zacvakly do zadní části konektoru.
- d) Umístění jistící šňůrky za krk
- e) Kontrolní přesunutí brýlí z dolní polohy do horní pohotovostní polohy a zpět

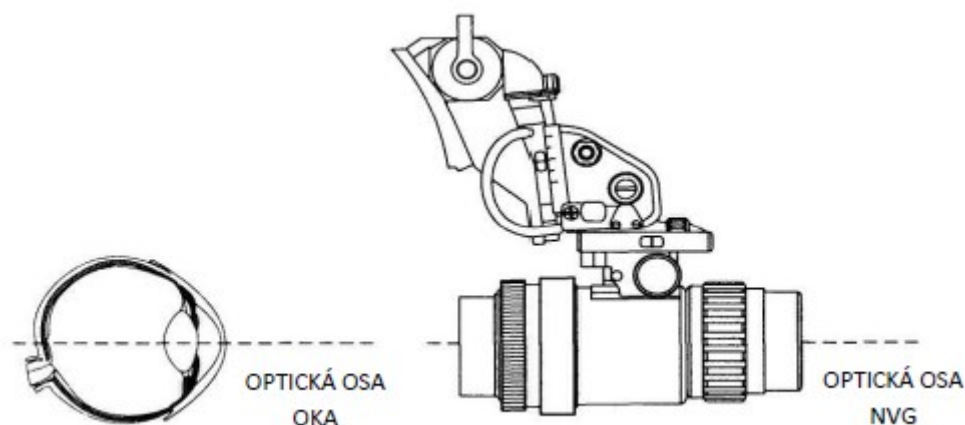
### **3.6.2 Seřízení a ostření NVG**

Nesprávně seřízené nebo zaostřené NVG může způsobit pokles výkonnosti zařízení nebo způsobit zvýšenou únavu pilota. Správné seřízení a zaostření NVG dělíme do několika následujících kroků:

- a) Seřízení
- b) Zaostření
- c) Posouzení obrazu NVG
- d) Přeostrění na nekonečno
- e) Zaznamenání nastavených hodnot

#### **3.6.2.1 Seřízení**

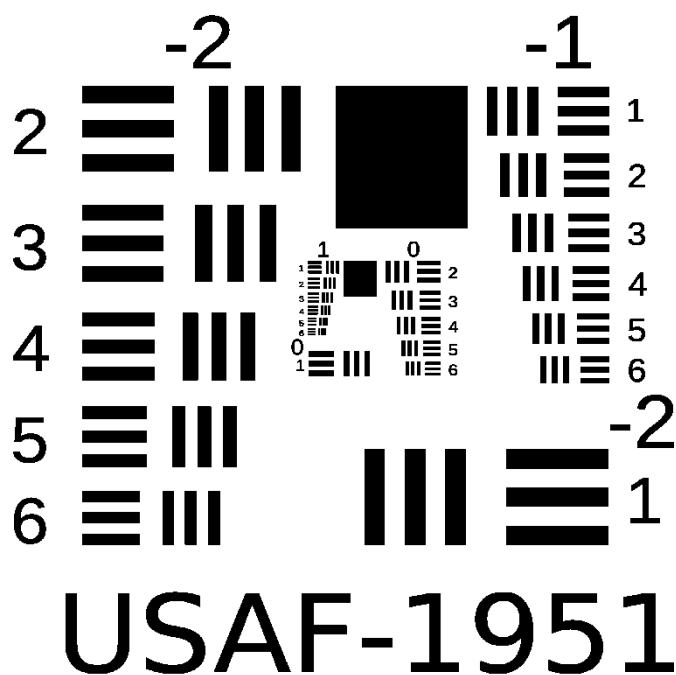
Jelikož je NVG binokulární zařízení, může se obraz pro jednotlivé oko lišit od druhého a tím způsobovat rozdíly v zesílených obrazech. Nej kvalitnější obraz dostaneme nastavením optické osy NVG tak, aby byla totožná s vizuální osou oka. Jestliže se NVG správně neseřídí, není možné dosáhnout vhodného zaostření obrazu.



Obrázek 17: Seřízení os binokuláru [6]

### 3.6.2.2 Zaostření

K ostření NVG se využívá optický test k měření vizuální ostrosti s názvem USAF-1951. Tento test se provádí ze vzdálenosti 6 metrů od testovacího listu, který obsahuje různě velké prvky uspořádané do šesti skupin.



Obrázek 18: Optický test USAF-1951 [6]

Tento test je k dispozici vytištěný v pilotní kabině a pilot zaostřuje otáčením čočky objektivu pohledem postupně na tlusté až tenké čáry.

Dosažená ostrost musí být minimálně tak dobrá, jako ostrost získaná pohledem přes jednotlivé monokuláry.



## **3.7 Postupy za letu**

### **3.7.1 Vzlet**

Vzlet vrtulníku lze provést dvěma způsoby a to vzlet s či bez využití systému ANVIS. Možnosti vzletu volí velitel letadla v závislosti na světelných podmínkách či vzdálenosti od překážek.

#### **3.7.1.1 Vzlet bez využití ANVIS**

Vzlet bez využití ANVIS se provádí podle pravidel VFR noc, kdy je NVG v horní pohotovostní poloze. Přejít na let ANVIS je možný po překročení minimální výšky přechodu 300 ft AGL a provádí se na pokyn velitele letadla. Nejprve přesune NVG do dolní pracovní polohy velitel letadla a poté druhý pilot či člen technické posádky HEMS.

Před tímto způsobem vzletu je nutné provést následující úkony:

- a) Napájení NVG – zapnuto
- b) NVG v horní pohotovostní poloze, tzn. kontrola upevnění a zapnutí NVG na přilbě pilota
- c) Vyhledávací/přistávací světlomet – zapnuto
- d) Pevné přistávací světlomety – zapnuto dle potřeby
- e) Nastavení signalizace výšky rozhodnutí na levém a pravém ukazateli radiového výškoměru
- f) Silné světelné zdroje vnitřního osvětlení – vypnuto

#### **3.7.1.2 Vzlet s využitím ANVIS**

Před tímto způsobem vzletu je nutné provést následující úkony:

- a) Napájení NVG – zapnuto
- b) NVG v dolní pracovní poloze
- c) Vyhledávací/přistávací světlomet – zapnuto
- d) Pevné přistávací světlomety – zapnuto dle potřeby
- e) Nastavení signalizace výšky rozhodnutí na levém a pravém ukazateli radiového výškoměru

- f) Silné světelné zdroje vnitřního osvětlení – vypnuto
- g) Stroboskopická světla – vypnuto, po dosažení výšky 300 ft AGL – zapnuto

Po odpoutání vrtulníku velitel letadla pozoruje vizuální referenční body ležící na pravé straně 20° - 30° od podélné osy a 15° - 20° pod osou. Druhý pilot či člen technické posádky HEMS sleduje případné pohyby vrtulníku ve visu, které není schopen velitel letadla přes NVG pozorovat v důsledku zhoršeného periferního vidění. Po přechodu do dopředného letu hlásí výšku a rychlost letu a to až do dosažení výšky 300 ft AGL. Velitel letadla po vzletu potvrzuje stoupání v dopředném letu hlášením „pozitivní venku“ a druhý člen posádky, po ověření stoupání na přístrojích, hlásí „pozitivní na přístrojích“.

### **3.7.2 Průzkum místa přistání**

Vrtulníky LZS při zásazích nejčastěji přistávají na neznámých plochách, kde je třeba získat co největší množství informací o dané ploše a jejím okolí. Prostředkem k získání těchto informací je metoda vysokého a nízkého průzkumu místa přistání.

#### **3.7.2.1 Vysoký průzkum**

Cílem tohoto průzkumu je identifikace plochy a okolních překážek, ověření vhodnosti lokality pro přistání a následný vzlet, určení bodu dosednutí a odhad směru a rychlosti větru. Pozornost je třeba věnovat i přistávacím plochám pro případ nouzové situace.

Vysoký průzkum se provádí dvěma pravými 180° zatáčkami ve výšce 1000 ft AGL při rychlosti 60 kts. Pro vylepšení viditelnosti se zapíná vyhledávací/přistávací světlomet. Po zjištění všech požadovaných informací a hlášení obou členů posádky slovy „plocha identifikována“ se zahájí sklesání do výšky 500 ft AGL a přechází se k provedení nízkého průzkumu.

#### **3.7.2.2 Nízký průzkum**

Nízkým průzkumem se ověřují informace získané vysokým průzkumem. Způsob provedení je stejný jako u předchozího průzkumu.

Jestliže posádka považuje informace z vysokého a nízkého průzkumu za dostačující pro bezpečné přistání, pokračuje k nalétnutí přistávacího kurzu ve výšce 500 ft AGL.

### **3.7.3 Přistání**

Přistání je možné provést stejně jako při vzletu dvěma způsoby v závislosti na situačních podmínkách. U obou způsobů je nutností provést kontrolu před přistáním:

- a) Vyhledávací/přistávací světlo – zapnuto
- b) Nastavení signalizace výšky rozhodnutí na levém i pravém ukazateli radiového výškoměru
- c) Stroboskopická světla – vypnuto
- d) Silné světelné zdroje v kabině – vypnuto

#### **3.7.3.1 Přistání bez využití ANVIS**

Provádí se z přímočarého ustáleného letu před dosažením výšky 300 ft AGL na pokyn velitele letadla pro přesunutí NVG do horní pohotovostní polohy, které se provádí postupně nejprve velitelem letadla a poté druhým členem posádky.

#### **3.7.3.2 Přistání s využitím ANVIS**

Provádí se stejným způsobem jako při přistání bez využitím ANVIS s tím rozdílem, že oba členové posádky pozorují okolí přes NVG až do momentu dosednutí vrtulníku. Při přiblížení na přistání hlásí druhý pilot po celou dobu průběžnou výšku a pohyby vrtulníku.

## **3.8 Postupy po letu a dokumentace**

Po ukončení letu se NVG před uložením do pouzdra vyčistí, nasadí se krytky na optiku a vymění se baterie. Pro zachování letové způsobilosti pro lety ANVIS je potřeba zapsat informace o době, po kterou bylo NVG používáno, a veškeré závady systému do NVG deníku (NVG logbook). Spolu se standardním zápisem se počet letů s NVG a jejich celková doba trvání zapisuje i do zápisníku letu do sloupce č. 12 – poznámky a potvrzení.

## **3.9 Koordinace postupů posádky**

Pro bezpečné a efektivní provedení úkolů je zapotřebí, aby posádka vrtulníku spolupracovala a aby každý člen plnil svou danou povinnost. Členové posádky se během

letu vzájemně informují o přijatém rozhodnutí nebo plánované činnosti, která bude mít vliv na plnění úkolu a odpovídají za vzájemné věcné a časové sladění svých činností.

Velmi důležitá je komunikace mezi jednotlivými členy posádky. Jestliže je pokyn, oznámení nebo žádost jednoho člena posádky potvrzena druhým členem posádky, mluvíme o pozitivní komunikaci. Pro tento způsob komunikace je daná standardní terminologie, která se používá při rizikových fázích letu.

### **3.9.1 Předletový briefing**

Předletový briefing se provádí před zahájením směny za přítomnosti velitele letadla, člen technické posádky HEMS a zdravotníků. Postupuje se podle kontrolního listu ANVIS předletového briefing (viz. příloha C). Součástí briefingu je i posouzení rizik spojených s letem ANVIS. Před začátkem směny se prochází všechny body kontrolního listu, kromě bodu č. 4 s názvem úkol, který se upřesní až po obdržení výzvy k provedení konkrétní záchranné akce. Současně se aktualizují další údaje týkající se letu, především informace o počasí a světelných podmínkách.

### **3.9.2 Povinnosti posádky za letu**

Všichni členové posádky jsou obeznámeni o svých povinnostech, které musí důsledně provádět.

#### **3.9.2.1 Povinnosti velitele letadla**

- Řízení vrtulníku
- Sledování překážek, terénu a letového provozu ve vymezeném prostoru jeho odpovědnosti
- Radiokorespondence
- Kontrola přístrojů a ukazatelů pro kontrolu motorů
- Nouzové postupy

Pozornost velitele letadla by měla být zaměřena v největší míře ven z vrtulníku.

### **3.9.2.2 Povinnosti druhého pilota/člena technické posádky HEMS**

- Sledování překážek, terénu a letového provozu ve vymezeném prostoru jeho odpovědnosti
- Kontrola rychlosti a výšky při vzletu a přistání
- Nastavování navigace na pokyn velitele
- Nastavování výšky rozhodnutí na ukazateli radiovýškoměru na pokyn velitele
- Ovládání osvětlení

### **3.9.3 Skenování**

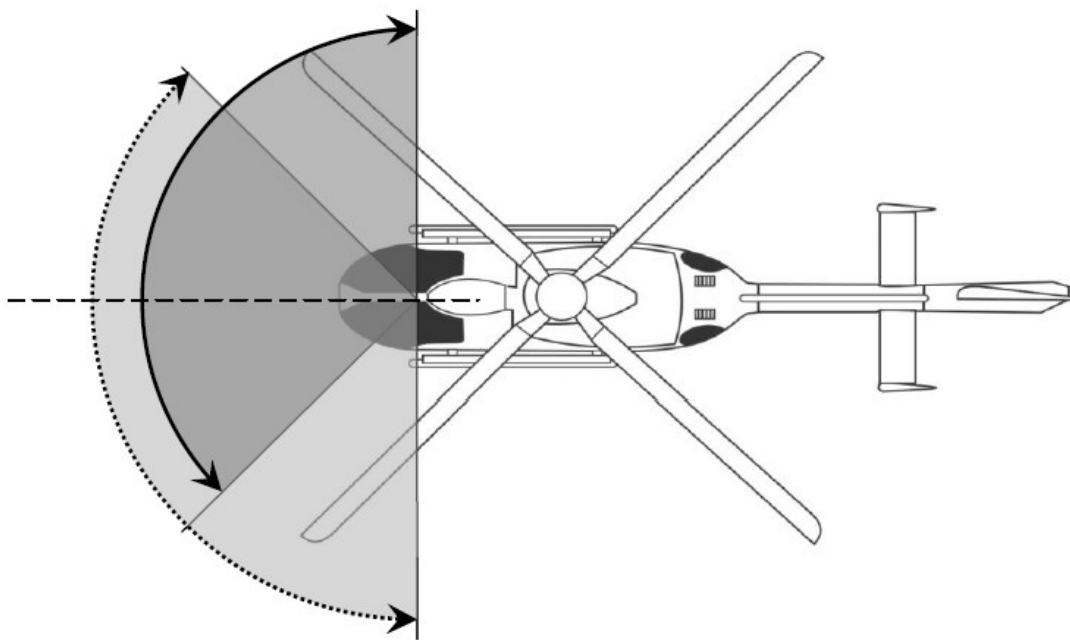
Při letu s NVG se rozlišují tři druhy skenování. Jednotlivé druhy přechází jeden na druhý v závislosti na úkolu, podmínkách, letové výšce, atd. Jedná se o:

- Skenování přístrojů
- Skenování okolního prostoru bez NVG
- Skenování okolního prostoru s NVG

Rychlost skenování musí být taková, aby bylo možné vnímat vizuální informaci. Příliš velká rychlost skenování může způsobit prostorovou dezorientaci.

Pro získání největší efektivity se oblast skenuje postupně zprava doleva a současně shora dolů.

Pozornost při skenování okolního prostoru se rozděluje mezi velitele letadla a druhého pilota/člen technické posádky HEMS. Velitel letadla zajišťuje sledování prostoru pod úhly 45° vlevo a 90° vpravo od podélné osy vrtulníku. Osoba na levé přední sedačce sleduje prostor pod úhly 90° vlevo a 45° vpravo od podélné osy vrtulníku.



**Obrázek 19: Rozdělení pozornosti posádky [6]**

### **3.9.3.1 Skenování přístrojů**

Skenování letových přístrojů, ukazatelů pro kontrolu stavu motoru a transmise provádí velitel letadla pohledem zpod brýlí. Jak a jaké přístroje budou skenovány, závisí na podmínkách prováděné fáze letu, podmínkách letu a jednotlivých situacích, které mohou za letu nastat.

### **3.9.3.2 Skenování okolního prostoru bez NVG**

Během letu oba členové posádky pravidelně pozorují okolní prostředí pohledem zpod brýlí. Tento způsob skenování je důležitý ve všech fázích letu. Některé skutečnosti mohou být pohledem skrz NVG obtížně zjistitelné nebo je zjistit nelze. Pravidelnou kontrolou prostoru bez brýlí lze předcházet vlétnutí do nepříznivých podmínek. Lze se včas vyhnout překážkám označovaným výstražným světlem. Tyto výstražná světla bývají pomocí NVG obtížně viditelné z důvodu monochromatického obrazu, na kterém mohou světla splývat s pozadím.

### **3.9.3.3 Skenování okolního prostoru s NVG**

NVG omezuje zorné pole pilota na pouhých 40°. Z tohoto důvodu je během letu důležité provádět skenování celého FOR nepřetržitě.

## **3.10 Provozní postupy**

### **3.10.1 Provozní minima pro lety ANVIS v rámci letů HEMS**

Lety ANVIS se řídí podle pravidel létání VFR noc a nesmí být prováděny pod tyto meteorologická minima:

- Dohlednost 5 km
- Spodní základna oblačnosti 1500 ft AGL

Spodní základna oblačnosti může být snížena na 1300 ft AGL během fáze letu po trati. Za traťové lety se považují všechny lety prováděné mimo blízkost letiště. Jestliže se během této fáze letu zhorší meteorologické podmínky pod stanovená minima, musí se let přerušit a vrtulník se vrací zpět na základnu.

### **3.10.2 Výška letu**

Vrtulníky LZS musí dodržovat minimální výšku 500 ft AGL v horizontální vzdálenosti 600 m od překážek. Na místě zásahu se při vhodném osvětlení přistávací plochy minimální výška snižuje na 150 ft AGL nad překážkami. [20]

### **3.10.3 Světelné podmínky**

Jelikož princip fungování NVG je založen na zesilování zbytku okolního světla je zapotřebí znát mezní hodnotu světelných podmínek, za kterých lze let ANVIS provádět. Minimální hodnota světelných podmínek je 1,5 mililuxu. V případě zhoršení světelných podmínek během letu je pilot odkázán na dočasnou vizuální referenci s horizontem. Let ANVIS se v takovém případě musí na pokyn velitele letadla ihned ukončit a přechází se na let podle přístrojů.

### **3.10.4 Přejíchodové výšky**

#### **3.10.4.1 Minimální výška přechodu na let s využitím NVG**

Minimální výšky přechodu na let ANVIS se využívá v případě způsobu vzletu vrtulníku bez použití NVG. Na let ANVIS se přechází v ustáleném přímočarém letu po překročení výšky 300 ft AGL.

#### **3.10.4.2 Minimální výška přechodu na let bez využití NVG**

Minimální výška přechodu na let bez využití NVG je 300 ft AGL. Po dosažení této výšky při přistávání se přechází z letu ANVIS na let prováděný podle pravidel VFR noc.

### **3.10.5 Vertikální vzlet nebo přistání**

Vrtulníky LZS se řídí postupy platné pro vertikální vzlet a přistání kategorie A (CAT A VTOL). Tyto postupy se provádí při vizuální referenci s přistávací plochou bez využití NVG. Pilot sleduje situaci pohledem zpod brýlí při rozsvíceném vyhledávacím/přistávacím světlometu.

### **3.10.6 Maximální náklon**

Při letech za pomoci NVG se nesmí překročit maximální povolený náklon vrtulníku 30°.



## Závěr

Díky zavedení systému ANVIS se rozšíří okruh možných letů letecké záchranné služby a tím se přispěje k záchraně většího počtu lidských životů. Výsledkem bude rovněž zvýšení efektivnosti a bezpečnosti u letů prováděných v noci.

NVG poskytují pilotům, oproti prostému nočnímu vidění, významné zvýšení kvality vizuální reference. Pilot může snadněji sledovat horizont, objekty a meteorologické podmínky. NVG pilotovi pomáhají udržovat prostorovou orientaci a lépe se samostatně vizuálně navigovat.

Navzdory mnoha výhodám, které používání NVG přináší, má jejich aplikace několik omezení. Ve srovnání s klasickým denním viděním mají monochromatický obraz, omezené zorné pole a také nižší ostrost zraku. Kvalita obrazu NVG se může lišit v závislosti na provozních podmínkách, jako je např. zbytkové osvětlení, povětrnostní podmínky, výška a rychlost letadla.

Je důležité si uvědomit, že i při použití moderní technologie se noční vidění nemůže srovnávat s viděním ve dne. Navzdory výhodám s sebou operace za využití NVG nesou velká rizika. Rozhodnutí o podstoupení těchto rizik závisí na mnoha parametrech a vždy se vyžaduje důsledná předletová příprava.

## Seznam použité literatury

- [1] BRICKNER, S.. *Helicopter Flights with Night Vision Goggles - Human Factors Aspects*. Ames Research Center, Moffett Field, California: National Aeronautical and Space Administration, NASA, 1989.
- [2] SCHMICKLEY, L.. *Night Vision Goggles*. Boeing Helicopter Co., 2001.
- [3] POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY, *Training, Night Vision Goggles* [online]. Eurocopter, an EADS Company, b.r. [cit. 2016].
- [4] Princip nočního vidění. *Noční vidění ATN* [online]. b.r. [cit. 2016]. Dostupné z: <http://www.nocni-videni-atn.cz/aktuality/jak-pracuji-pristroje-pro-nocni-videni/>
- [5] O nočním vidění. *Top Optika* [online]. b.r. [cit. 2016]. Dostupné z: <http://www.topoptika.cz/clanky/o-nocnim-videni>
- [6] BRAUN, Jaroslav. *Obchodní letecká doprava - vrtulníky část B, provoz vrtulníku, dodatek pro provoz NVIS* [Provozní příručka]. DSA a.s., 2015 [cit. 2016].
- [7] Brýle pro noční vidění pro bojové vrtulníky. *Brýle pro noční vidění* [online]. 2001 [cit. 2016]. Dostupné z: <http://www.vrtulnik.cz/>
- [8] MCLEAN, William, Clarence RASH, Joseph MCENTIRE, Malcolm BRAITHWAITE a John MORA. *A Performance History of AN/PVS-5 and ANVIS Image Intensification Systems in U.S. Army Aviation* [online]. Fort Rucker, Alabama: U.S. Army Aeromedical Research Laboratory, 1998 [cit. 2016]. Dostupné z: <http://www.usaarl.army.mil/TechReports/98-28.PDF>
- [9] AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAU, Australian. *Night Vision Goggles in Civil Helicopter Operations* [Dokument]. Aviation Research Report B2004/0152, 2005 [cit. 2016]. Dostupné z: [https://www.atsb.gov.au/media/36432/Night\\_vision\\_goggles.pdf](https://www.atsb.gov.au/media/36432/Night_vision_goggles.pdf)
- [10] CIVIL AVIATION SAFETY AUTHORITY, Australian. *Night Vision Goggles - Helicopters* [Dokument]. Civil Aviation Advisory Publication – CAAP 174-1(0),

2007 [cit. 2016]. Dostupné z:

[https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiWhOmr14HMAhWrNpoKHXd4DDAQFggjMAE&url=http%3A%2F%2Fcasa.gov.au%2Fwcmswr%2F\\_assets%2Fmain%2Fnewrules%2Fops%2Fnv%2Fdownload%2Fnmfr0705osb-caap.pdf&usg=AFQjCNED3gu10kAw](https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiWhOmr14HMAhWrNpoKHXd4DDAQFggjMAE&url=http%3A%2F%2Fcasa.gov.au%2Fwcmswr%2F_assets%2Fmain%2Fnewrules%2Fops%2Fnv%2Fdownload%2Fnmfr0705osb-caap.pdf&usg=AFQjCNED3gu10kAw)

- [11] ALDOUS, Adam a Luke DAVID. Night Vision: Defining the differences. *Nvgsafety* [online]. b.r. [cit. 2016]. Dostupné z: [http://nvgsafety.com/Articles\\_n\\_Publications/Night\\_Vision-Defining-the-Differences.pdf](http://nvgsafety.com/Articles_n_Publications/Night_Vision-Defining-the-Differences.pdf)
- [12] Světelný zdroj. *Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online]. 2015 [cit. 2016]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C4%9Bteln%C3%BD\\_zdroj](https://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C4%9Bteln%C3%BD_zdroj)
- [13] MAWTS-1 AVIATION DEPARTMENT, . *MAWTS-1 Helicopter Night Vision Devices (NVD) Manual*. Marine Aviation Weapons and Tactics squadron 1, 1998.
- [14] MUDR. SÁZEL, Miloš a ING. Josef, PAVLÍK. *Vojenské letecké nehody a prostorová dezorientace* [online]. Vojenské zdravotnické listy, 2005 [cit. 2016]. Dostupné z: [http://www.pmfhk.cz/VZL/VZL%203\\_4\\_2005/002-S%E1zel.pdf](http://www.pmfhk.cz/VZL/VZL%203_4_2005/002-S%E1zel.pdf)
- [15] AMERICAN OPTOMETRIC ASSOCIATION, . The eye and night vision. *American Oprometric Association* [online]. 2006 [cit. 2016]. Dostupné z: <http://www.valleyflyers.org/wp-content/uploads/TheEyeandNightVision.pdf>
- [16] NATIONAL EMS PILOTS ASSOCIATION, . National EMS Pilots Association. *NEMSPA Survey on NVG utillization in HEMS operations*. 2008.
- [17] DSA a.s. *Zásahy HEMS* [online]. b.r. [cit. 2016]. Dostupné z: <http://www.dsa.cz/letecka-zachranna-sluzba/zasahy-hems>
- [18] Letadlový park LZS. *DSA a.s.* [online] b.r. [cit. 2016]. Dostupné z: <http://www.dsa.cz/letecka-zachranna-sluzba/letovy-park-lzs>
- [19] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES), . Úřad pro civilní letectví. *Rozhodnutí č. 2013/020/R AMC a GM část SPA k nařízení Komise (EU) č.*

965/2012 [online]. 2012 [cit. 2016]. Dostupné z: [www.caa.cz/predpisy/narizeni-komise-EU-c-965-2012](http://www.caa.cz/predpisy/narizeni-komise-EU-c-965-2012)

- [20] VFR-ENR-2 - pravidla pro let VFR. *VFR příručka* [online]. b.r. [cit. 2016]. Dostupné z: [http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/enr\\_2\\_cz.html](http://lis.rlp.cz/vfrmanual/actual/enr_2_cz.html)
- [21] PHOTONIS, . How an Image Intensifier Tube Works. *Photonis* [online]. b.r. [cit. 2016]. Dostupné z: <https://www.photonis.com/uploads/literature/iit/How-an-Image-Intensifier-Tube-Works.pdf>
- [22] Letecká záchranná služba v Česku. *Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online]. b.r. [cit. 2016]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Leteck%C3%A1\\_z%C3%A1chrann%C3%A1\\_slu%C5%BEba\\_v\\_%C4%8Cesku](https://cs.wikipedia.org/wiki/Leteck%C3%A1_z%C3%A1chrann%C3%A1_slu%C5%BEba_v_%C4%8Cesku)

# Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Brýle OE ANVIS 4R .....	17
Obrázek 2: konstrukce zesilovače obrazu .....	18
Obrázek 3: MCP - Mikrokanálková destička .....	19
Obrázek 4: Porovnání fosforu P22, P43 a P45 .....	19
Obrázek 5: Princip činnosti NVG .....	20
Obrázek 6: Upevnění brýlí pro noční vidění .....	25
Obrázek 7: Zorné pole člověka s použitím přístroje pro noční vidění .....	26
Obrázek 8: Porovnání rozsahu vlnové délky přístrojů generace II, generace III, lidského vidění a intenzity záření noční oblohy .....	27
Obrázek 9: Porovnání citlivosti lidského oka a NVG vzhledem ke světlu noční oblohy .....	28
Obrázek 10: Grafické zobrazení odpovědí na otázku dotazníku č. 9 .....	35
Obrázek 11: Vrtulník EC-135 T2+ OK-DSE .....	38
Obrázek 12: Kombinovaný přístávací světlomet s IR filtrem vrtulníku EC-135 T2+, OK-DSE .....	39
Obrázek 13: Přepínač INSTR LIGHT .....	40
Obrázek 14: Osvětlení přístrojů v poloze přepínače INSTR LIGHT NVG .....	41
Obrázek 15: Osvětlení přístrojů v poloze přepínače INSTR LIGHT NIGHT .....	41
Obrázek 16: Osvětlení přístrojů v poloze přepínače INSTR LIGHT DAY .....	41
Obrázek 17: Seřízení os binokuláru .....	48
Obrázek 18: Optický test USAF-1951 .....	48

Obrázek 19: Rozdělení pozornosti posádky .....	54
--	----

## **Seznam použitých tabulek**

Tabulka 1: Technické parametry generací přístrojů .....	23
Tabulka 2: Vybraní Evropští provozovatelé HEMS létající s NVG .....	36
Tabulka 3: Statistika zásahů HEMS pro rok 2015 společnosti DSA a.s. ....	37

# **Seznam příloh**

**Příloha A – Mapa rozložení stanic letecké záchranné služby ČR**

**Příloha B – Dotazník Americké asociace NEMSPA**

**Příloha C – ANVIS předletový briefing**